
受領書

平成17年12月16日
特許庁長官

識別番号 100109210
氏名 (名称) 新居 広守 様

以下の書類を受領しました。

項番	書類名	整理番号	受付番号	提出日	出願番号通知 (事件の表示)
1	国際出願	P040607P0	50502294127	平17. 12. 16	PCT/JP2005/ 23150 以 上

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意 電子データが原本となります)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式 PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	JPO-PAS 0330
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	P040607P0
I	発明の名称	カメラ端末および撮影領域調整装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	松下電器産業株式会社
II-4en	Name:	MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
II-5ja	あて名	5718501 日本国
II-5en	Address:	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi Osaka 5718501 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-1-4ja	氏名(姓名)	青木 勝司
III-1-4en	Name (LAST, First):	AOKI, Katsuji
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	
III-1-7	住所(国名)	

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意 電子データが原本となります)

III-2 III-2-1 III-2-2 III-2-4ja III-2-4en III-2-5ja III-2-5en III-2-6 III-2-7	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は 右の指定国についての出願人である。 氏名(姓名) Name (LAST, First): あて名 Address: 国籍(国名) 住所(国名)	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 吉田 篤 YOSHIDA, Atsushi
III-3 III-3-1 III-3-2 III-3-4ja III-3-4en III-3-5ja III-3-5en III-3-6 III-3-7	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は 右の指定国についての出願人である。 氏名(姓名) Name (LAST, First): あて名 Address: 国籍(国名) 住所(国名)	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 荒木 昭一 ARAKI, Shoichi
IV-1 IV-1-1ja IV-1-1en IV-1-2ja IV-1-2en IV-1-3 IV-1-4 IV-1-5 IV-1-6	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右 記のごとく出願人のために行動する。 氏名(姓名) Name (LAST, First): あて名 Address: 電話番号 ファクシミリ番号 電子メール 代理人登録番号	代理人 (agent) 新居 広守 NII, Hiromori 5320011 日本国 大阪府大阪市淀川区西中島3丁目11番26号 新大 阪末広センタービル3F 新居国際特許事務所内 c/o NII Patent Firm, 3rd Floor, Shin-Osaka Suehi ro Center Bldg., 11-26, Nishinakajima 3-chome, Y odogawa-ku, Osaka-shi Osaka 5320011 Japan 06-4806-7530 06-4806-7531 nii@niipat.com 100109210
V V-1	国の指定 この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束さ れる全てのPCT締約国を指定し、取得しうる あらゆる種類の保護を求め、及び該当する 場合には広域と国内特許の両方を求める 国際出願となる。	
VI-1 VI-1-1 VI-1-2 VI-1-3	先の国内出願に基づく優先権主張 出願日 出願番号 国名	2004年 12月 21日 (21. 12. 2004) 2004-369715 日本国 JP

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意 電子データが原本となります)

VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-2-1	出願日	2005年 07月 27日 (27. 07. 2005)	
VI-2-2	出願番号	2005-216713	
VI-2-3	国名	日本国 JP	
VI-3	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1, VI-2	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	107	✓
IX-3	請求の範囲	4	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	44	✓
IX-7	合計	160	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	—	✓
IX-11	包括委任状の写し	—	✓
IX-17	PCT-SAFE 電子出願	—	—
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	27	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	/100109210/	
X-1-1	氏名(姓名)	新居 広守	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意 電子データが原本となります)

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

明 細 書

カメラ端末および撮影領域調整装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数のカメラ端末を用いて実空間の画像情報を取得する撮影システムにおけるカメラ端末および複数のカメラ端末による撮影領域を調整する装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、主に監視用途に利用される複数のカメラを用いた装置に対する研究開発が盛んに行われている。同装置はその利用目的のために、監視を行う対象領域である撮影対象領域に対し、撮影対象領域内を死角なく常時監視し、同領域内の検出対象を検出するという第1の要求と、撮影対象領域内に存在する検出対象の詳細な情報を取得するという第2の要求の2つの要求を達成する必要がある。

[0003] 従来の複数のカメラを用いた装置では、各カメラの撮影領域を自動調整することにより、この2つの要求を達成させている。そのような代表的な従来の複数のカメラを用いた装置としては、特許文献1および特許文献2に示すものがある。

[0004] まず、特許文献1に示す従来の装置について説明する。図1は上記特許文献1に記載された第1の従来技術におけるカメラの撮影領域を自動調整する装置を示すものである。図1において、検出カメラ装置10010では、カメラ10011および反射鏡10012により、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影し、移動物体抽出部10013が撮影した同画像より検出対象を抽出し、位置情報抽出部10014が同検出対象の位置情報を抽出するため、検出カメラ装置10010は、広い撮影領域にわたって検出対象の位置情報を取得する。判定カメラ装置10020では、カメラ制御部10022が検出対象の位置情報をもとにカメラ10021の旋回角および俯角およびズーム比率を制御し、判定カメラ装置10020は検出対象の拡大画像を撮影するため、判定カメラ装置10020は、検出対象の詳細な情報を取得する。

[0005] 図2は検出カメラ装置10010および判定カメラ装置10020の撮影領域を示す図である。同図において、黒丸は検出カメラ装置10110の設置位置を示し、同検出カメラ

装置10110は固定されたカメラである。円または六角形は各検出カメラ装置10110の撮影領域を示す。同図に示すように、各検出カメラ装置10110を人為的に規則正しく設置すれば、監視する対象領域である撮影対象領域内を死角なく常時検出することが可能になる。

[0006] つぎに、特許文献2に示す従来の装置について説明する。図3は上記特許文献2に記載された第2の従来技術におけるカメラの撮影領域を自動調整する装置を示すものである。図3において、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影する目的を負う移動物体検出用カメラ10211は、姿勢制御手段10212により自身の撮影領域を変更し、検出対象の拡大画像を撮影する目的を負う監視用カメラ10221は、姿勢制御手段10222により自身の撮影領域を変更する。各カメラの撮影領域は画像処理装置10240において、移動物体検出用カメラ10211が撮影した画像から抽出した検出対象の位置および各カメラの撮影領域から、カメラ画角記憶手段10231およびカメラ画角記憶手段10232に予め記憶させた情報をもとに決定する。

[0007] 更に、各カメラの撮影領域決定方法を説明する。図4および図5および図6は、第2の従来技術において各カメラの撮影領域決定方法の説明に用いる図であり、数個のブロック画像に分割した移動物体検出用カメラ10211が撮影した画像である。まず、移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は以下のように決定される。図4の斜線で示すブロックに検出対象が存在する場合には、それぞれのブロック位置が図4に示すブロック位置と対応している図54の各ブロックに記載した矢印の方向が示す方向に移動物体検出用カメラ10211の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段10231に予め設定されている。次に、監視用カメラ10221の撮影領域は以下のように決定される。図6に示すブロック位置に検出対象が存在する場合には、破線で示した撮影領域になるよう監視用カメラ10221の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した監視用カメラ10221の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段10232に予め設定されている。

[0008] 上記従来の複数のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整の特徴についてここに

まとめる。まず、特許文献1に示す従来の装置では検出カメラ装置10010が、特許文献2に示す従来の装置では移動物体検出用カメラ10211が、広い撮影領域にわたって検出対象を検出する役割を負い、特許文献1に示す従来の装置では判定カメラ装置10020が、特許文献2に示す従来の装置では監視用カメラ10221が、検出対象の拡大画像のような、検出対象の詳細な情報を取得する役割を負う、というように、各カメラはそれぞれの固定した予め決められた役割を分担し、一方の役割を負うカメラが上記第1の要求を達成し、もう一方の役割を負うカメラが上記第2の要求を達成している(従来技術の第1の特徴)。

[0009] また、特許文献2に示す従来の装置では、例えば、移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は、図4の左上ブロックに検出対象があるという状況変化に対し、図54の左上ブロックに示すような左上方向に移動した検出領域に変更するというように、予め人間が想定し作成した状況変化内容と1対1に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整する(従来技術の第2の特徴)。

[0010] また、特許文献1に示す従来の装置は、図2に示すように、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより、上記第1の要求を達成している(従来技術の第3の特徴)。

[0011] 以上、複数のカメラを用いた従来の装置の撮影領域の自動調整について説明したが、ここで、1台のカメラを用いた従来の装置の撮影領域の自動調整についても説明する。1台のカメラを用い、同カメラの撮影領域を自動調整するものとして、特許文献3に示すものがある。特許文献3では、カメラの撮影領域を自動調整する手法として、「オートスキャン」および「オートパン」と呼ばれる2つの手法を開示している。

[0012] まず、「オートスキャン」手法について説明する。図8は、第3の従来技術における「オートスキャン」手法の説明に用いる図であり、「オートスキャン」手法は、同図に示す第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの複数の撮影領域を、順次、カメラ10701が自動的に撮影していく手法である。記録手段10703には、第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの撮影領域情報が予め記録されており、姿勢制御手段10702が記録手段10703に記録された同情報にもとづいてカメラ10701の姿勢

を制御し、カメラ10701の撮影領域を第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの各撮影領域に順次変更させることにより、同手法は実現されている。

[0013] つぎに、「オートパン」手法について説明する。図9は「オートパン」手法の説明に用いる図であり、「オートパン」手法は、同図に示す第1パン角度10811から第2パン角度10812の間を、カメラ10801が自動的に左右パン動作を繰り返すことにより、同カメラ10801の撮影領域を自動調整する手法である。図9に示していないが、第1パン角度10811および第2パン角度10812に設けられた機械式スイッチにより、各パン角度にカメラ10801が向いたことを判定し、姿勢制御手段10802がカメラ10801の姿勢を制御することにより、同手法は実現されている。

[0014] 上記従来の単体のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整の特徴についてここにまとめる。特許文献3に示す従来の装置では、例えば、カメラ10701の撮影領域は、記録手段10703に記録された第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの撮影領域情報をもとに変更されるように、複数のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整とほぼ同様に、状況変化内容と1対1に対応したものではないが、予め人間が想定し作成した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとにカメラの撮影領域を決定し調整する(従来技術の第2の特徴)。

特許文献1:特許第3043925号公報(図1、図6)

特許文献2:特許第3180730号公報(図1、図7～図9)

特許文献3:特開平1-288696号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0015] しかしながら、このような従来の装置では、まず、予め人間が想定し設定した状況変化内容と1対1に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整しているために(上記従来技術の第2の特徴)、カメラ毎に、状況変化内容と1対1に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報を人間が逐一想定し作成する必要がある。

[0016] 同情報は、撮影対象領域の位置や広さ、人間が想定した状況変化内容、各カメラを設置する位置や台数などに依存しており、これらに変更などがあつた場合には、そ

の度に同情報を人間が逐一作成し直す必要がある。この作業は、カメラ台数が増えれば増えるほど煩雑であり、それに対するコストや負荷は膨大なものとなる。ビル内のカメラを用いた監視システムなどでは、10数台のカメラを用いることはごく一般的である。

[0017] また、従来の装置では、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより上記第1の要求は達成されているが(上記従来技術の第3の特徴)、カメラが1つでも故障した場合には、もはや上記第1の要求を達成することはできない。

[0018] 仮に、図7に示すように、検出カメラ装置10010の数を増やすことにより、うち1つが故障した場合でも死角なく検出対象領域を覆うことはできるが、非効率と言わざるを得ない。

[0019] そこで、本発明は、上記従来課題を解決するものであり、人間が予め状況変化を予測してテーブルを作成しておく必要がなく、かつ、複数のカメラの一部が故障した場合であっても、死角なく、撮影対象とする領域をくまなく撮影することが可能な撮影領域調整装置および撮影領域調整装置を構成するカメラ端末等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0020] 上記目的を達成するために、本発明に係るカメラ端末は、複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末であって、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域の撮影を繰り返すカメラと、前記カメラを制御することにより、前記仮想撮影領域の位置を調整する調整手段と、前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、前記調整手段は、当該調整手段を備える自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整することを特徴とする。これによって、複数のカメラ端末の協調動作により、複数の仮想撮影領域によって撮影対象領域が死角なく覆われる。そして、実際の撮影領域によって撮影対象領域を覆う方法に比べ、仮想

撮影領域が使用されるので、1台のカメラ端末が撮影する担当領域を任意に設定することができ、様々な大きさや形状の撮影対象領域に対応した撮影領域調整装置が実現される。

[0021] なお、請求の範囲における「仮想撮影領域」は、例えば、実施の形態における周期 T_{CYCLE} 撮影領域に相当し、1台のカメラ端末が一定時間 T_{CYCLE} をかけてパンやチルト等のスキャン動作をしながら連続撮影することによって得られる撮影領域の和である。同様に、「仮想検出領域」は、例えば、実施の形態における周期 T_{CYCLE} 検出領域に相当し、1台のセンサ端末が一定時間 T_{CYCLE} をかけて検出方向の姿勢を変化させるスキャン動作をしながら連続検出することによって得られる検出領域(検出空間)の和である。

[0022] ここで、前記カメラが前記周期を変更する手段を備え、前記調整手段が自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が前記撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域の周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整するようにしたり、前記調整手段が自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整したり、前記調整手段が撮影対象領域をそれぞれ前記複数のカメラ端末が担当する領域に分割し、分割した領域をそれぞれ、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域で覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および画角を調整したり、前記調整手段が前記仮想撮影領域のアスペクト比をも調整し、前記調整手段が自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域のアスペクト比が所定の目標量となるよう、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置およびアス

ペクト比を調整したりするのが好ましい。

[0023] また、前記アスペクト比の目標量は、撮影領域の位置およびカメラの設置位置によって決定される撮影領域のアスペクト比であることが好ましい。

[0024] なお、本発明は、上記カメラ端末を複数台用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置(撮影システム)として実現したり、そのような撮影領域調整装置を構成する各カメラ端末に調整手段を設けた分散制御型の構成だけでなく、全てのカメラ端末の検出領域を調整する共通の調整手段を設けた集中制御型の構成で実現したり、撮影領域調整方法、および、その方法をコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。さらに、本発明は、カメラによる撮影可能な領域である撮影領域に代えて、微動センサ等の物理量の検出が可能なセンサの検出領域を調整するセンサ端末として実現したり、そのようなセンサ端末を複数台用いて検出領域を調整する検出領域調整装置(検出システム)として実現することもできる。なお、本発明に係るプログラムをコンピュータ読み取り可能なCD-ROM等の記録媒体やインターネット等の伝送媒体を介して配信することができるのは言うまでもない。

発明の効果

[0025] 本発明に係るカメラ端末および撮影領域調整装置等よれば、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整されるので、従来のようにカメラ毎に状況変化に対応した周期 T_{CYCLE} 撮影領域情報を人間が逐一想定して作成しておく必要がなく、かつ、複数のカメラのうちの幾つか故障した場合においても、残るカメラによって死角なく所定の撮影対象領域を効率的に覆うことができる。

[0026] よって、本発明により、任意の空間が死角なく撮影されることが保証され、特に、学校やビル等における不審者の監視用システム等としてその実用的価値が高い。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、第1の従来技術における構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、第1の従来技術におけるカメラ視野範囲を示す説明図である。

[図3]図3は、第2の従来技術における構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、第2の従来技術における動作説明図である。

[図5]図5は、第2の従来技術における動作説明図である。

[図6]図6は、第2の従来技術における動作説明図である。

[図7]図7は、第2の従来技術における動作説明図である。

[図8]図8は、第3の従来技術における動作説明図である。

[図9]図9は、第3の従来技術における動作説明図である。

[図10]図10は、カメラの撮影領域を説明する図である。

[図11]図11は、検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係を説明する図である。

[図12]図12は、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図である。

[図13]図13は、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図である。

[図14]図14は、カメラの撮影領域の位置を説明する図である。

[図15]図15は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法を説明する図である。

[図16]図16は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法を説明する図である。

[図17]図17は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャートである。

。

[図18]図18は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャートである。

。

[図19]図19は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャートである。

。

[図20]図20は、撮影領域の形状を説明する図である。

[図21]図21は、撮影領域の形状を説明する図である。

[図22]図22は、領域判定方法を説明する図である。

[図23]図23は、当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する方法を説明する図である。

[図24]図24は、領域分割の手法を説明する図である。

[図25]図25は、領域分割の手法を説明する図である。

[図26]図26は、本発明の実施の形態1における撮影領域調整装置の構成ブロック図

である。

[図27]図27は、本発明の実施の形態1におけるカメラ端末の構成を示すブロック図である。

[図28]図28は、本発明の実施の形態1における操作端末の構成を示すブロック図である。

[図29]図29は、本発明の実施の形態1における調整部Aが行う処理を示すフローチャートである。

[図30]図30は、本発明の実施の形態1における関数FA()を示す説明図である。

[図31]図31は、本発明の実施の形態1における関数FA()を示す説明図である。

[図32]図32は、本発明の実施の形態2におけるカメラ端末の構成を示すブロック図である。

[図33]図33は、本発明の実施の形態2における画角調整部Aが行う処理を示すフローチャートである。

[図34]図34は、本発明の実施の形態3におけるカメラ端末の構成を示すブロック図である。

[図35]図35は、本発明の実施の形態3における画角調整部Bが行う処理を示すフローチャートである。

[図36]図36は、本発明の実施の形態4における撮影効率を説明する図である。

[図37]図37は、本発明の実施の形態4における撮影効率を説明する図である。

[図38]図38は、本発明の実施の形態4におけるカメラ端末の構成を示すブロック図である。

[図39]図39は、本発明の実施の形態4における調整部Bが行う処理を示すフローチャートである。

[図40]図40は、本発明の実施の形態5における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。

[図41]図41は、本実施の形態5における撮影領域調整装置の実空間面上における各周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点などを詳細に示す図である。

[図42]図42は、本発明の実施の形態5におけるカメラ端末の構成を示すブロック図

である。

[図43]図43は、本発明の実施の形態5における調整部Bが行う処理を示すフローチャートである。

[図44]図44は、本発明の実施例6における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。

[図45]図45は、本発明の実施例7における調整部Aが行う処理を示すフローチャートである。

[図46]図46は、本発明の実施例7における画角調整部Aが行う処理を示すフローチャートである。

[図47]図47は、本発明の実施例7における画角調整部Bが行う処理を示すフローチャートである。

[図48]図48は、本発明の実施例7における調整部Cが行う処理を示すフローチャートである。

[図49]図49は、本発明の実施例7における調整部Bが行う処理を示すフローチャートである。

[図50]図50は、本発明の実施例7における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。

[図51]図51は、本発明の実施例7における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。

[図52]図52は、本発明の実施例7における撮影領域調整装置の表示手段が表示する画像の例を示す図である。

[図53]図53は、パーシャルスキャンの説明図である。

[図54]図54は、本発明の変形例における撮影領域調整装置の表示手段が表示する画像の例を示す図である。

[図55]図55は、本発明をマイクに適用した例を説明する図である。

[図56]図56は、移動カメラから構成される監視システムの構成を示すブロック図である。

[図57]図57は、監視システムにおける移動カメラの動作の様子を示す図である。

[図58]図58は、監視領域内に設置されたレールの軌道上を移動カメラが移動する様子を示す図である。

符号の説明

- [0028] 101A～C カメラ端末
- 102 操作端末
- 103 ネットワーク
- 201 カメラ
- 202 調整部A
- 203 通信部
- 204 周期画角調整部A
- 205 周期画角調整部B
- 206 調整部B
- 207 周期画角調整部C
- 208 調整部C
- 211 レンズ
- 212 撮像面
- 213 画像処理部
- 214 姿勢制御部
- 215 周期撮影制御部
- 301 入力部
- 302 記憶部
- 2005 画像合成部
- 2006 表示部
- 2007 指示部

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

まず、具体的な実施の形態を説明する前に、いくつかの用語及び基本事項を説明する。

[0030] (カメラの撮影領域)

まず、カメラの撮影領域について説明する。ここで説明するカメラとは、スチル写真の撮影などに用いられる、ある一瞬の静止画像を撮影するカメラではなく、例えば1秒間に30枚連続撮影するなど、時間的に連続した動画像を撮影するカメラを示す。

[0031] 図10はカメラの撮影領域を説明する図である。図10(a)及び(b)において、5001はカメラ、5002はカメラ5001が時刻 $T=0, 2, 4, \dots, 2N$ に撮影する領域である第1の撮影領域、5003はカメラ5001が時刻 $T=1, 3, 5, \dots, 2N+1$ に撮影する領域である第2の撮影領域である(N は自然数)。図10(c)は、図10(a)及び(b)に示すカメラ5001の各時刻 T における撮影領域位置を示したグラフである。

[0032] 一般的に、「カメラの撮影領域」と単に表現した場合、ある時刻瞬間にカメラが撮影している領域ととらえることが通常である。カメラが各瞬間に同カメラの姿勢を変更していないのであれば、このとらえ方は特に問題はない。しかしカメラが各瞬間に同カメラの姿勢を変更しているのであれば、「カメラの撮影領域」は、以下に示すように、それぞれ区別してとらえることが必要である。

[0033] ・時刻 T 撮影領域

これは、時刻 T の瞬間にカメラが撮影した領域を意味する。本明細書では、同撮影領域を時刻 T 撮影領域と表記する。図10(a)及び(b)において、第1撮影領域5002は時刻0撮影領域、第2撮影領域5003は時刻1撮影領域である。

[0034] ・期間 $T_A \sim T_B$ 撮影領域または期間 T 撮影領域、および、周期 T_{CYCLE} 撮影領域

これらは、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる「仮想撮影領域」の一例であり、時刻 T_A から時刻 T_B の期間にカメラが撮影した領域を意味する。本明細書では、同領域を期間 $T_A \sim T_B$ 撮影領域と表記する。または、時刻 T_A から時刻 T_B の期間 T にカメラが撮影した領域として、期間 T 撮影領域と表記する。更に、特に、同撮影領域内の各領域の撮影に周期性がある場合、つまり、カメラが仮想撮影領域の撮影を一定周期で繰り返す場合、この撮影領域を、同周期性をもつ時間 T_{CYCLE} に撮影した領域といい、周期 T_{CYCLE} 撮影領域と表記する。図10(a)及び(b)において、第1撮影領域5002および第2撮影領域5003を和した領域は、期間0～1撮影領域または期間2撮影領域である。また、図10(c)に示すように、同

撮影領域内の第1撮影領域5002および第2撮影領域5003の撮影には周期性があり、その周期は2であるので、同撮影領域は周期2撮影領域でもある。

[0035] また、撮影領域内の各領域の撮影に周期性がある周期 T_{CYCLE} 撮影領域に関しては、以下に示すパラメータが定義できる。

[0036] ・撮影頻度 F

これは、周期 T_{CYCLE} 撮影領域内の各領域における、1周期当たりの撮影頻度を意味する。この定義によれば、図10(c)に示すように、第1撮影領域および第2撮影領域が重複している撮影領域の撮影頻度 F は1、その他の撮影領域 F は $1/2$ である。なお、図10(c)に示すように、カメラ5001の撮影頻度 F は各領域によって異なり、カメラ5001が撮影する領域において、最低の撮影頻度 F を最低撮影頻度 F_{MIN} 、最高の撮影頻度を最高撮影頻度 F_{MAX} と、本明細書と表記する。

[0037] (検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係)

つぎに、カメラが撮影することによって検出する検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係について説明する。図11(a)及び(b)は検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係を説明する図である。図11(a)及び(b)において、5101はカメラ、5102は各カメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5103は各カメラ5101が撮影することによって検出する検出対象、5104は検出対象5103が撮影周期 T_{CYCLE} の間に移動する最大の領域である撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域である。

[0038] 図11(a)に示すように、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域をカメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が覆っておれば、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を撮影周期 T_{CYCLE} の間に撮影するので、カメラ5101は撮影周期 T_{CYCLE} の間に検出対象5103を撮影／検出することが可能である。

[0039] また、図11(b)に示すように、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を、1台のカメラ5101ではなく、複数の各カメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域で覆っておれば、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を撮影周期 T_{CYCLE} の間に撮影するので、カメラ5101は撮影周期 T_{CYCLE} の間に検出対象5103を撮影／検出することが可能である。

[0040] (カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさ)

つぎに、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさについて説明する。図12(a)及び(b)

)は、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図である。図12(a)において、5201はカメラ、カメラ5201の姿勢はパンおよびチルト動作により可変であり、また、カメラ5201の画角も可変である。5202はカメラ5201が時刻Tに撮影する領域である時刻T撮影領域、5203はカメラ5201が周期 T_{CYCLE} に撮影する領域である周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5204はカメラ5201の水平方向の画角である水平画角 Θ_{a_H} 、5205はカメラ5201の垂直方向の画角である垂直画角 Θ_{a_V} 、5206は時刻T撮影領域5202の移動経路である。カメラ5201は、時間経過とともに、パンおよびチルト動作により自身の姿勢を変更させ、時刻T撮影領域5202の位置を時刻T撮影領域移動経路5206に示す経路で移動することにより、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影している。このため、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203の大きさは、カメラ5201の姿勢を変更するパンおよびチルト動作の速度、時刻T撮影領域5202の大きさを決定するカメラ5201の水平画角 Θ_{a_H} 5204および垂直画角 Θ_{a_V} 5205、周期 T_{CYCLE} の時間的長さに依存することは明白であり、カメラ5201のパンおよびチルト速度が早いほど、また、カメラ5201の画角が大きいほど、また、周期 T_{CYCLE} の時間的長さが長いほど、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203の大きさは大きくなる。

[0041] (周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルト)

つぎに、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルトについて説明する。図12(b)は、図12(a)に示すカメラ5201と周期 T_{CYCLE} において等価な周期 T_{CYCLE} カメラ5211を示す図である。図12(b)において、時刻T撮影領域5202、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203および時刻T撮影領域移動経路5205は図12(a)と同様である。5211は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影するカメラ、カメラ5211の姿勢はパンおよびチルト動作により可変であり、また、カメラ5211の画角も可変である。ただし、周期 T_{CYCLE} カメラ5211は、カメラ5201と姿勢は異なるが、空間上同じ位置に存在する。5212は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平方向の画角である水平画角 Θ_{b_H} 、5213は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の垂直方向の画角である垂直画角 Θ_{b_V} である。図12(a)におけるカメラ5201は、周期 T_{CYCLE} において周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影する。このため、周期 T_{CYCLE} においては、カメラ5201は、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影する図12(b)に示す周期 T_{CYCLE} カメラ5211とみなせる。また、この周期

T_{CYCLE} カメラ5211において、水平方向の画角は水平画角 Θb_H 5212、垂直方向の画角は垂直画角 Θb_V 5212とみなせる。カメラ5201などのような一般的なカメラにおいては、画角はCCDなどの撮像面のアスペクト比に依存しているために水平画角 Θa_H 5204および垂直画角 Θa_V 5205は独立した制御ができない。しかし、周期 T_{CYCLE} カメラ5211においては、カメラ5201のパンおよびチルト動作により周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203が決定しているため、一般的なカメラのようにCCDなどの撮像面のアスペクト比に依存せず、水平画角 Θb_H 5212および垂直画角 Θb_V 5212は独立に制御することが可能である。

[0042] 図13(a)及び(b)は、図12(a)におけるカメラ5201および図12(b)における周期 T_{CYCLE}

カメラ5211の画角、パンまたはチルト角を示す図である。図13(a)において、カメラ5201および周期 T_{CYCLE} カメラ5211はそれぞれ、図12(a)におけるカメラ5201および図12(b)における周期 T_{CYCLE} カメラ5211と同じものである。ただし、カメラ5201および周期 T_{CYCLE} カメラ5211は空間上同じ位置に存在するが、図13(a)では見易くするために、意図的にこれらカメラを並べて記載している。5220は補助線、5221はカメラ5201の水平方向の最大画角である最大水平画角 $\Theta a_{H,MAX}$ 、5222は最大画角 $\Theta a_{H,MAX} / 2$ 、5223はカメラ5201のパンの最大変位角である最大パン角 $\Theta a_{P,MAX}$ であり、カメラ5201は補助線5220を中心に、それぞれ上下に最大パン角 $\Theta a_{P,MAX}$ 5223までパン動作する。5224は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平方向の最大画角である周期 T_{CYCLE} カメラ最大水平画角 $\Theta b_{H,MAX}$ 、5225は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平方向の画角である周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H 、5226は周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 $\Theta b_H / 2$ 、5227は周期 T_{CYCLE} カメラ5211のパン角である周期 T_{CYCLE} カメラパン角 Θb_P である。

[0043] 図13(b)において、カメラ5201および周期 T_{CYCLE} カメラ5211はそれぞれ、図12(a)におけるカメラ5201および図12(b)における周期 T_{CYCLE} カメラ5211と同じものである。ただし、カメラ5201および周期 T_{CYCLE} カメラ5211は空間上同じ位置に存在するが、図13(a)では見易くするために、意図的にこれらカメラを並べて記載している。5220は補助線、5231はカメラ5201の垂直方向の最大画角である最大垂直画角 $\Theta a_{V,MAX}$ 、5232は最大画角 $\Theta a_{V,MAX} / 2$ 、5233はカメラ5201のチルトの最大変位角で

ある最大チルト角 θa_{T_MAX} であり、カメラ5201は補助線5220を中心に、それぞれ上下に最大チルト角 θa_{T_MAX} 5233までチルト動作する。5234は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の垂直方向の最大画角である周期 T_{CYCLE} カメラ最大垂直画角 θb_{V_MAX} 、5235は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の垂直方向の画角である周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θb_v 、5236は周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 $\theta b_v/2$ 、5237は周期 T_{CYCLE} カメラ5211のチルト角である周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 θb_T である。

[0044] 図13(a)及び(b)に示すように、周期 T_{CYCLE} カメラ5211の最大水平画角 θb_{H_MAX} 5224および最大垂直画角 θb_{V_MAX} 5234は式1で示され、周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平方向の最小水平画角 θb_{H_MIN} は、カメラ5201の水平方向の最小水平画角 θa_{H_MIN} に等しく、周期 T_{CYCLE} カメラ5211の垂直方向の最小垂直画角 θb_{V_MIN} は、カメラ5201の垂直方向の最小垂直画角 θa_{V_MIN} に等しい。ただし、周期 T_{CYCLE} カメラ5211がパン角 θb_p 5227またはチルト角 θb_T 5237だけパンまたはチルトしている場合、周期 T_{CYCLE} カメラ5221の最大垂直画角 θb_{H_MAX} 5224および最大垂直画角 θb_{V_MAX} 5234は、式2に示す制限をうける。このため、周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平画角 θb_H 5225および水平画角 θb_v 5235は、式3に示す範囲の可変値である。また、図13(a)及び(b)に示すように、周期 T_{CYCLE} カメラ5211の最大パン角 θb_{P_MAX} および最大パン角 θb_{T_MAX} はそれぞれ、カメラ5201の最大パン角 θa_{P_MAX} 5223および最大パン角 θa_{T_MAX} 5233と等しい。このため、周期 T_{CYCLE} カメラ5211のパン角 θb_p 5227およびチルト角 θb_T 5237は、式4に示す範囲の可変値である。

[0045] [数1]

$$\left. \begin{aligned} \theta b_{H_MAX}(0) &= \theta a_{P_MAX} + \frac{\theta a_{H_MAX}}{2} \\ \theta b_{V_MAX}(0) &= \theta a_{T_MAX} + \frac{\theta a_{V_MAX}}{2} \\ \theta b_{H_MIN} &= \theta a_{H_MIN} \\ \theta b_{V_MIN} &= \theta a_{V_MIN} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式1})$$

[0046] [数2]

$$\left. \begin{aligned} \theta b_{H_MAX}(\theta b_P) &\leq \theta b_{H_MAX}(0) - 2 \times |\theta b_P| \\ \theta b_{V_MAX}(\theta b_T) &\leq \theta b_{V_MAX}(0) - 2 \times |\theta b_T| \end{aligned} \right\} \dots(\text{式2})$$

[0047] [数3]

$$\left. \begin{aligned} \theta a_{H_MIN} &\leq \theta b_H(\theta b_P) \leq \theta b_{H_MAX}(\theta b_P) \\ \theta a_{V_MIN} &\leq \theta b_V(\theta b_T) \leq \theta b_{V_MAX}(\theta b_T) \end{aligned} \right\} \dots(\text{式3})$$

[0048] [数4]

$$\left. \begin{aligned} 0 &\leq \theta b_P \leq \theta a_{P_MAX} \\ 0 &\leq \theta b_T \leq \theta a_{T_MAX} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式4})$$

[0049] (カメラの撮影領域位置および視点)

つぎに、カメラの撮影領域の位置および視点を算出する方法について説明する。

図14はカメラの撮影領域の位置を説明する図である。図14において、5301は像を結像させるためのレンズ、5302はレンズ5301で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、5303はレンズ5301および撮像面5302から構成されるカメラである。5311は X_c 軸、5312は Y_c 軸、5313は Z_c 軸であり、これらの各軸はお互い直交し、レンズ5301を原点としたカメラ座標軸系を構成し、特に Z_c 軸5313はカメラ5303の視線(撮影方向)と一致する。5314はカメラ5303の Y_c 軸5312回りの回転角であるパン角 θ_P 、5315はカメラ5303の X_c 軸5311回りの回転角であるチルト角 θ_T 、5316はカメラ5303の Z_c 軸5313回りの回転角であるロール角 θ_R である。カメラ5303は自身の姿勢をこれらの回転角だけ回転させる。5317はレンズ5301から撮像面5302までの距離である焦点距離 f 、5318は撮像面5302の水平方向のサイズである撮像面水平サイ

ズW、5319は撮像面5302の垂直方向のサイズである撮像面垂直サイズWである。5321はX_W軸、5322はY_W軸、5323はZ_W軸であり、これらの各軸はお互い直交し、世界座標軸系を構成する。5324はカメラ5303のX_W軸5321方向の変位である変位 ΔX_{TW} 、5325はカメラ5303のY_W軸5322方向の変位である変位 ΔY_{TW} 、5326はカメラ5303のZ_W軸5323方向の変位である変位 ΔZ_{TW} である。カメラ5303は世界座標軸系において、 (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) で示される位置に存在し、同位置を基点として $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW})$ だけ移動する。5327は5303カメラの水平方向の画角である水平画角 Θ_H 、5328は5303カメラの垂直方向の画角である垂直画角 Θ_V である。5331はZ_W=Z_{CONST}である実空間面、5332はカメラ5303が撮影している実空間面5331上の撮影領域、5333は、Z_C軸5313と撮影領域5332が存在する実空間面5331の交点である視点であり、Z_C軸5313が示すカメラ5303の視線の実空間面5331上の位置を示す。

[0050] X_C軸5321およびY_C軸5322およびZ_C軸5323で構成されるカメラ座標軸系上のある点 (X_{PC}, Y_{PC}, Z_{PC}) は、式5に示す式により、X_W軸5321およびY_W軸5322およびZ_W軸5323で構成される世界座標軸上の点 (X_{PC}, Y_{PC}, Z_{PW}) に変換できる。同式において、M₀₀からM₂₂を要素とする3×3行列値は、カメラ5303の姿勢基準点(カメラ5303の姿勢の回転角度 $(\Theta_P, \Theta_T, \Theta_R) = (0, 0, 0)$)の行列値、R₀₀からR₂₂を要素とする3×3行列値は、カメラ5303の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす行列値、 (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) はカメラ5303の位置基準点(カメラ5303の位置の変位 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW}) = (0, 0, 0)$)の位置、 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW})$ はカメラ5303の位置基準点からの位置変位をあらわす。

[0051] [数5]

$$\begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ Z_{PC} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{TW} \\ \Delta Y_{TW} \\ \Delta Z_{TW} \end{pmatrix} \quad \dots(\text{式5})$$

M₀₀からM₂₂を要素とする3×3行列値や (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) は、カメラ5303を姿勢基準点および位置基準点に合わせる、または、現在のカメラ5303の姿勢および位置を

それぞれ姿勢基準点および位置基準点とし、以下の非特許文献1に示すキャリブレーション方法などを用いることにより算出可能であり、本発明の撮影領域調整装置の動作開始前に事前に算出しておく。

非特許文献1: R. Tsai. A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses. IEEE journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No. 4, pp. 323-344, 1987 カメラ5303の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、式6に示すように、カメラ5303の姿勢である回転角度(Θ_P , Θ_T , Θ_R)より算出可能である。カメラ5303の姿勢である回転角度(Θ_P , Θ_T , Θ_R)、および、カメラ5303の位置基準点からの位置変位である(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW})は、同カメラ5303の位置をステップモーターなどで変化させる仕組みであれば、同ステップモーターよりその変位を読み取れる。

[0052] [数6]

$$\begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \Theta_R & \sin \Theta_R & 0 \\ -\sin \Theta_R & \cos \Theta_R & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta_T & \sin \Theta_T \\ 0 & -\sin \Theta_T & \cos \Theta_T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \Theta_P & 0 & -\sin \Theta_P \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Theta_P & 0 & \cos \Theta_P \end{pmatrix} \dots (式6)$$

撮像面5302上の各点(X_{PC} , Y_{PC} , f)は、式7により、 $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面5331上に投影できる。撮像面4隅の各点($-W/2$, $-H/2$, f)、($W/2$, $-H/2$, f)、($-W/2$, $H/2$, f)、($W/2$, $H/2$, f)を $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面5331上に投影した位置は、カメラ5303の撮影領域5332の4隅の位置である。また、 Z_C 軸5313は撮像面5302上の点(0 , 0 , f)をとおり、同点(0 , 0 , f)を $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面5331上に投影した位置は、カメラ5303の視点5333である。このため、式8～式12により、 $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面5331上のカメラ5303の撮影領域5332位置(点(X_{PW0} , Y_{PW0} , Z_{PW0})～点(X_{PW3} , Y_{PW3} , Z_{PW3}))および視点5333(点(X_{PW4} , Y_{PW4} , Z_{PW4}))が算出可能である。

[0053] [数7]

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_D}{Z_D} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_D}{Z_D} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{TW} \\ \Delta Y_{TW} \\ \Delta Z_{TW} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_D \\ Y_D \\ Z_D \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ f \end{pmatrix}
 \end{aligned} \quad \dots(\text{式7})$$

[0054] [数8]

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{W}{2} \\ -\frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix}
 \end{aligned} \quad \dots(\text{式8})$$

[0055] [数9]

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ \frac{1}{f} \end{pmatrix} \end{array} \right\} \dots(\text{式9})$$

[0056] [数10]

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ \frac{1}{f} \end{pmatrix} \end{array} \right\} \dots(\text{式10})$$

[0057] [数11]

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_{D3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix} \end{array} \right\} \dots(\text{式11})$$

[0058] [数12]

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} X_{PW4} \\ Y_{PW4} \\ Z_{PW4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D4}}{Z_{D4}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D4}}{Z_{D4}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} X_{D4} \\ Y_{D4} \\ Z_{D4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{pmatrix} \end{array} \right\} \dots(\text{式12})$$

また、水平画角 Θ_H 5327および垂直画角 Θ_V 5328は、焦点距離 f 5317および撮像面水平サイズ W 5318および撮像面垂直サイズ H 5319と式13に示すような関係にある。このため、式14～式17を用いても、 $Z_w = Z_{CONST}$ である実空間面5331上のカメラ5303の撮影領域5332位置および視点5333が算出可能である。

[0059] [数13]

$$\left. \begin{array}{l} \frac{W}{2f} = \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \frac{H}{2f} = \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \end{array} \right\} \dots(\text{式13})$$

[0060] [数14]

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ -\tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \dots(\text{式14})
 \end{aligned}$$

[0061] [数15]

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ -\tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \dots(\text{式15})
 \end{aligned}$$

[0062] [数16]

$$\begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \left\{ \begin{matrix} -\tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{matrix} \right\} \dots(\text{式16})$$

$$\begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \left\{ \begin{matrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{matrix} \right\}$$

[0063] [数17]

$$\begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \left\{ \begin{matrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{matrix} \right\} \dots(\text{式17})$$

$$\begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_{D3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \left\{ \begin{matrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{matrix} \right\}$$

なお、上記カメラの撮影領域の位置を算出する方法は、時刻T撮影領域の位置および視点の算出のみならず、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置および視点の算出に適用できる。周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置および視点の算出をするのであれば、式13における、パン角 θ_P 5314、チルト角 θ_T 5315、ロール角 θ_R 5316、水平画角 θ_H 5327および垂直画角 θ_V 5328はそれぞれ、図13(a)及び(d)に示す、パン角 θ_P 5227、チルト角 θ_T 5228、ロール角 θ_R 、水平画角 θ_H 5225および垂直画角 θ_V 5235とすればよい(ロール角 θ_R は図13(a)及び(d)に示していないが、カメラ5201のロール角 θ_a と同値である)。カメラ5303の姿勢基準点の行列値である M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値、カメラ5303の位置基準点の位置(X_{TW} , Y_{TW} , Z_{TW})、および、

同位置基準点からの位置変位(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW})は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影する周期 T_{CYCLE} カメラの位置および姿勢基準点は時刻 T 撮影領域を撮影するカメラと同じとしたので、時刻 T 撮影領域を撮影するカメラのそれを用いればよい。

[0064] (周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法)

つぎに、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法について説明する。図15及び図16は周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法を説明する図である。図15(a)、(b)及び図16において、5401は周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5402は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401の水平方向のサイズ Lb_H 、5403は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401の垂直方向のサイズ Lb_V 、5404は現時刻の時刻 T_{NOW} における撮影領域である現時刻 T_{NOW} 撮影領域、5405は現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404の水平方向のサイズ La_H 、5406は現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404の垂直方向のサイズ La_V 、5407は現時刻の時刻 T_{NOW} の次の撮影時刻 T_{NEXT} における撮影領域である現時刻 T_{NEXT} 撮影領域、5408は現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404から次時刻 T_{NEXT} 撮影領域5407までの移動距離 L 、5409は時刻 T 撮影領域の移動経路、5421から5423はそれぞれ水平方向の位置である位置 $H1$ から位置 $H3$ 、5431から5434はそれぞれ垂直方向の位置である位置 $V1$ から位置 $V4$ である。

[0065] また、図17、図18及び図19は周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャートである。図17(a)、(b)、図18(a)、(b)に示すフローチャートはそれぞれ、時刻 T 撮影領域を左右上下に水平および垂直終端位置まで移動させるサブルーチンを示すフローチャートであり、まず、図17(a)に示す水平左方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。まず同サブルーチンは、ステップ5501において、図15及び図16における移動距離 L 5408を算出する。移動距離 L 5408は、式18に示す式によって算出される。同式において、 $V_{P,CONST}$ は、あらかじめ定めたパン速度であり、 T_s は、あらかじめ定めたカメラの撮影間隔である。つぎに、ステップ5502において、現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404の左端位置から水平端位置までの距離である水平余剰距離 L_H を算出する。つぎに、ステップ5503において、ステップ5502で算出した水平余剰距離 L_H がステップ5501で算出した移動距離 L 5408以下であるかどうかを判断する。そして、水平余剰距離 L_H が移動距離 L 5408以下でない場合、ステップ5504に進み、パン速度 V_P を式19に示す値とし、同パン速度 V_P で撮影期間 T_s 期間だけカ

メラを左パン動作させ(パン速度が正の値の場合を右パン動作、負の値の場合を左パン動作としている)、ステップ5503に戻る。また、水平余剰距離 L_H が移動距離L5408以下である場合、パン速度 V_P を式20に示す値とし、同パン速度 V_P で撮影期間 T_S 期間だけカメラを左パン動作させる。この結果、ステップ5504により、カメラは水平余剰距離 L_H が移動距離L5408以下になるまで式19に示すパン速度 V_P で左パン動作し続け、さらに、ステップ5505により、式20に示すパン速度 V_P で撮影期間 T_S 期間だけカメラを左パン動作させるために、水平余剰距離 L_H だけ左パンし、カメラの時刻T撮影領域は水平端位置に達する。

[0066] [数18]

$$L = V_{P_CONST} \times T_S \quad \dots(\text{式18})$$

[0067] [数19]

$$V_P = -V_{P_CONST} \quad \dots(\text{式19})$$

[0068] [数20]

$$V_P = -\frac{L_H}{T_S} \quad \dots(\text{式20})$$

つぎに、図17(b)に示す水平左方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図17(a)に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等である。まず同サブルーチンは、ステップ5511において、図15及び図16における移動距離L5408を算出する。移動距離L5408は式18に示す式によって算出される。つぎに、ステップ5512において、現時刻 T_{now} 撮影領域5404の右端位置から水平端位置までの距離である水平余剰距離 L_H を算出する。つぎに、ステップ5513において、ステップ5512で算出した水平余剰距離 L_H がステップ5511で算出した移動距離L5408以下であるかどうかを判断する。そして、水平余剰距離 L_H が移動距離L5408以下でない場合、ステップ5514に進み、パン速度 V_P を式21に示す値とし

、同パン速度 V_p で撮影期間 T_s 期間だけカメラを右パン動作させ、ステップ5513に戻る。また、水平余剰距離 L_H が移動距離 $L5408$ 以下である場合、パン速度 V_p を式22に示す値とし、同パン速度 V_p で撮影期間 T_s 期間だけカメラを右パン動作させる。この結果、ステップ5514により、カメラは水平余剰距離 L_H が移動距離 $L5408$ 以下になるまで式22に示すパン速度 V_p で右パン動作し続け、さらに、ステップ5515により、式22に示すパン速度 V_p で撮影期間 T_s 期間だけカメラを右パン動作させるために、水平余剰距離 L_H だけ右パンし、カメラの時刻 T 撮影領域は水平端位置に達する。

[0069] [数21]

$$V_P = V_{P_CONST} \quad \dots(\text{式21})$$

[0070] [数22]

$$V_P = \frac{L_H}{T_S} \quad \dots(\text{式22})$$

つぎに、図18(a)に示す垂直上方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図17(a)に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等である。まず同サブルーチンは、ステップ5521において、図15及び図16における移動距離 $L5408$ を算出する。移動距離 $L5408$ は式23に示す式によって算出される。つぎに、ステップ5522において、現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404の上端位置から垂直端位置までの距離である垂直余剰距離 L_v を算出する。つぎに、ステップ5523において、ステップ5522で算出した垂直余剰距離 L_v がステップ5521で算出した移動距離 $L5408$ 以下であるかどうかを判断する。そして、垂直余剰距離 L_v が移動距離 $L5408$ 以下でない場合、ステップ5524に進み、チルト速度 V_T を式24に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_s 期間だけカメラを上パン動作させ(チルト速度が正の値の場合を上チルト動作、負の値の場合を下チルト動作としている)、ステップ5523に戻る。また、垂直余剰距離 L_v が移動距離 $L5408$ 以下である場合、チルト速度 V_T を式25に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_s 期間だけカメラを上チルト動作

させる。この結果、ステップ5524により、カメラは垂直余剰距離 L_v が移動距離 L_{5408} 以下になるまで式24に示すチルト速度 V_T で上チルト動作し続け、さらに、ステップ5525により、式25に示すチルト速度 V_T で撮影期間 T_s 期間だけカメラを上チルト動作させるために、垂直余剰距離 L_T だけ上チルトし、カメラの時刻 T 撮影領域は垂直端位置に達する。

[0071] [数23]

$$L = V_{T_CONST} \times T_s \quad \dots(\text{式23})$$

[0072] [数24]

$$V_T = -V_{T_CONST} \quad \dots(\text{式24})$$

[0073] [数25]

$$V_T = -\frac{L_H}{T_s} \quad \dots(\text{式25})$$

最後に、図18(b)に示す垂直下方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図17(a)に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等である。まず同サブルーチンは、ステップ5531において、図15及び図16における移動距離 L_{5408} を算出する。移動距離 L_{5408} は式23に示す式によって算出される。つぎに、ステップ5532において、現時刻 T_{now} 撮影領域5404の下端位置から垂直端位置までの距離である垂直余剰距離 L_v を算出する。つぎに、ステップ5533において、ステップ5532で算出した垂直余剰距離 L_v がステップ5531で算出した移動距離 L_{5408} 以下であるかどうかを判断する。そして、垂直余剰距離 L_v が移動距離 L_{5408} 以下でない場合、ステップ5534に進み、チルト速度 V_T を式26に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_s 期間だけカメラを下パン動作させ、ステップ5533に戻る。また、垂直余剰距離 L_v が移動距離 L_{5408} 以下である場合、チルト速度 V_T を

式27に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを下チルト動作させる。この結果、ステップ5534により、カメラは垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下になるまで式26に示すチルト速度 V_T で下チルト動作し続け、さらに、ステップ5535により、式27に示すチルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを下チルト動作させるために、垂直余剰距離 L_T だけ下チルトし、カメラの時刻 T 撮影領域は垂直端位置に達する。

[0074] [数26]

$$V_T = V_{T_CONST} \quad \dots(\text{式26})$$

[0075] [数27]

$$V_T = \frac{L_V}{T_S} \quad \dots(\text{式27})$$

以上のように、図17(a)、(b)、図18(a)、(b)に示すサブルーチンのフローに従えば、時刻 T 撮影領域を左右上下に水平および垂直終端位置まで移動させることが可能となる。なお、あらかじめ定めるパン速度 V_{P_CONST} およびチルト速度 V_{T_CONST} および撮影間隔 T_S は、時刻 T 撮影領域水平サイズ La_H 5405および時刻 T 撮影領域垂直サイズ La_V 5406に対し、式28に示す関係にあるものとする。

[0076] [数28]

$$\left. \begin{array}{l} La_H \geq V_{P_CONST} \times T_S \\ La_V \geq V_{T_CONST} \times T_S \end{array} \right\} \quad \dots(\text{式28})$$

図19に示すフローチャートは、上記図17(a)、(b)、図18(a)、(b)に示すサブルーチンを用いて時刻 T 撮影領域を図15(a)の時刻 T 撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内を撮影するメインルーチンを示すフローチャートである。まず、ステップC541において、図15(a)の現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404

のように、カメラの時刻 T 撮影領域を周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401の右下位置に移動させる。つぎにステップ5542およびステップ5543において、水平終端位置を位置H1(5421)として、図17(b)に示すサブルーチンを用いて位置H1(5421)までカメラを右パン動作させる。つぎにステップ5544およびステップ5545において、垂直終端位置を位置V1(5431)として、図18(a)に示すサブルーチンを用いて位置V1(5431)までカメラを上チルト動作させる。つぎにステップ5546およびステップ5547において、水平終端位置を位置H2(5422)として、図17(a)に示すサブルーチンを用いて位置H2(5422)までカメラを左パン動作させる。つぎにステップ5548およびステップ5549において、垂直終端位置を位置V2(5432)として、図18(a)に示すサブルーチンを用いて位置V2(5432)までカメラを上チルト動作させる。つぎにステップ5550およびステップ5551において、水平終端位置を位置H3(5423)として、図17(b)に示すサブルーチンを用いて位置H3(5423)までカメラを右パン動作させ、ステップ541に戻る。このフローによれば、時刻 T 撮影領域を図15(a)の時刻 T 撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内を撮影することができる。

[0077] なお、図19には、時刻 T 撮影領域を図15(a)の時刻 T 撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内を撮影するフローを示したが、時刻 T 撮影領域を図15(b)の時刻 T 撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、または、時刻 T 撮影領域を図16の時刻 T 撮影領域移動経路5409に沿って移動させ周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内を撮影する場合には、水平および垂直終端位置の設定および図17(a)、(b)、図18(a)、(b)に示すサブルーチンの呼び出し順番を入れ変えることで撮影可能であることは自明であるので、説明を省略する。

[0078] また、水平終端位置に設定する位置H1(5421)から位置H3、および、垂直終端位置に設定する位置V1(5431)から位置V4(5434)はそれぞれ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域水平サイズ L_{H} 5402、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ L_{V} 5403、時刻 T 撮影領域水平サイズ L_{H} 5405、時刻 T 撮影領域垂直サイズ L_{V} 5406の関係より算出可能である。たとえば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ L_{V} 5403が時刻 T 撮影領域垂直サイズ L_{V} 5406の2.8倍である場合、図15(a)の位置V1(5431)は撮影領域垂直サイズ L_{V} (5406)の2倍の大きさ、図15(a)の位置V2(5432)は撮影領域垂直サ

イズ La_v 5406の2. 8倍の大きさとすればよく、図15(a)の位置V2(5432)は撮影領域垂直サイズ La_v 5406の3倍の大きさであってもよい。図15(a)の位置V2(5432)を撮影領域垂直サイズ La_v 5406の3倍の大きさとした場合、時刻T撮影領域は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401をはみ出すことになるが、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内はすべて撮影されるので、特に問題はない。

[0079] また、周期 T_{CYCLE} 撮影領域水平サイズ Lb_H 5402、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ Lb_v 5403、時刻T撮影領域水平サイズ La_H 5405、時刻T撮影領域垂直サイズ La_v 5406は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角 Θ_P 、チルト角 Θ_T 、ロール角 Θ_R 、水平画角 Θ_H および垂直画角 Θ_v などから算出した周期 T_{CYCLE} 撮影領域および時刻T撮影領域の4隅の位置をもとに算出することが可能である。

[0080] また、図15(a)、(b)及び図16に、3例の時刻T撮影領域移動経路5409を示したが、時刻T撮影領域移動経路5409はこれのみ限るものではない。できることなら一筆書きで、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5401内をまんべんなく撮影する経路ならよい。

[0081] また、時刻T撮影領域移動経路5409は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域水平サイズ Lb_H 5402、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ Lb_v 5403、時刻T撮影領域水平サイズ La_H 5405、時刻T撮影領域垂直サイズ La_v 5406の大きさにより、図15(a)、(b)及び図16などに示す時刻T撮影領域移動経路5409を選択してもよい。

[0082] また、以上の説明は全て、時刻T撮影領域よりも周期 T_{CYCLE} 撮影領域が大きい場合を想定して説明している。図12(a)～(b)によれば、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} 、時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_v} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_v} と、水平垂直方向共、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203の画角が時刻T撮影領域5302の画角以下など、時刻T撮影領域よりも周期 T_{CYCLE} 撮影領域が等しいまたは小さい場合は、時刻T撮影領域をもって周期 T_{CYCLE} 撮影領域全域を一度に撮影できる。この場合、以上説明した手法により時刻T撮影領域の位置を逐次移動して撮影せず、周期 T_{CYCLE} 撮影領域全域を撮影するように時刻T撮影領域の位置(パン/チルト/ロール角)および大きさ(ズーム比)を調整してやればよい。この場合、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の周期は0であり、常時周期 T_{CYCLE} 撮影領域全域を撮影されている。なお、時刻T撮影領域の位置および大きさは、時刻T撮影領域をもって周期 T_{CYCLE} 撮影領域全域

を撮影でき、かつ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影していない時刻 T 撮影領域内の領域が最も少ない時刻 T 撮影領域の位置および大きさに調整されるべきである。このように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域には、時刻 T 撮影領域よりも大きい領域だけでなく、時刻 T 撮影領域と等しい、あるいは、時刻 T 撮影領域よりも小さい領域も含まれる。

[0083] (撮影領域の形状)

つぎに、時刻 T 撮影領域および周期 T_{CYCLE} 撮影領域の形状について説明する。図20は、時刻 T 撮影領域の形状を説明する図である。図20において、5301はレンズ、5302は撮像面、5303はカメラ、5313は Z_c 軸、5321は X_w 軸、5322は Y_w 軸、5323は Z_w 軸、5332は時刻 T 撮影領域であり、これらは図14と同様である。5601は時刻 T 撮影領域5332に内接し、 X_w 軸5321および Y_w 軸5322に平行な辺からなる四角形、5610から5613はそれぞれ、 X_w 軸5321における時刻 T 撮影領域5332の4隅の位置である、位置X1から位置X4、5620から5623はそれぞれ、 Y_w 軸5322における時刻 T 撮影領域5332の4隅の位置である、位置Y1から位置Y4である。

[0084] 本実施の形態では、説明を簡単にするために、時刻 T 撮影領域および周期 T_{CYCLE} 撮影領域は X_w 軸5321および Y_w 軸5322に平行な辺からなる四角形としている。しかし図20に示すように、カメラ5303の時刻 T 撮影領域5332は、カメラ5303の撮影方向を示す Z_c 軸5313と Z_w 軸5323が平行でない場合、 X_w 軸5321および Y_w 軸5322に平行でない辺からなる矩形の領域となる。このような場合、時刻 T 撮影領域内接四角形5601に示すような、時刻 T 撮影領域5332に内接し、 X_w 軸5321および Y_w 軸5322に平行な辺からなる四角形を時刻 T 撮影領域とする。時刻 T 撮影領域内接四角形5601の4隅の位置は、図20に示すように、 X_w 軸5321における時刻 T 撮影領域5332の4隅の位置である位置X1 (5620)から位置X3 (5623)、 Y_w 軸5322における時刻 T 撮影領域5332の4隅の位置である位置Y1 (5630)から位置Y3 (5633)それぞれの大小関係によって求めることができる。位置X1 (5620)から位置X3 (5623)の内の2番目および3番目に大きな位置、位置Y1 (5630)から位置Y3 (5633)の内の2番目および3番目に大きな位置が、時刻 T 撮影領域内接四角形5601の4隅の位置である。なお、時刻 T 撮影領域内接四角形5601は、上記のような求め方の四角形でなくても、時刻 T 撮影領域5332に内接し、 X_w 軸5321および Y_w 軸5322に平行

な辺からなる四角形であればよい。また、位置X1(5620)から位置X3(5623)、および、位置Y1(5630)から位置Y3(5633)は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角 Θ_P 、チルト角 Θ_T 、ロール角 Θ_R 、水平画角 Θ_H および垂直画角 Θ_V などから算出することが可能である。

[0085] 図21は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の形状を説明する図である。図21において、5321は X_W 軸、5322は Y_W 軸、5332は時刻T撮影領域であり、これらは図14と同様である。5630は周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5631は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630に内接し、 X_W 軸5321および Y_W 軸5322に平行な辺からなる四角形、5640から5643はそれぞれ、 X_W 軸5321における周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630の4隅の位置である、位置X4から位置X7、5650から5653はそれぞれ、 Y_W 軸5322における周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630の4隅の位置である、位置Y4から位置Y7である。図21に示すように、時刻T撮影領域5332と同様に、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630も、 X_W 軸5321および Y_W 軸5322に平行でない辺からなる矩形の領域となることがある。このような場合、周期 T_{CYCLE} 撮影領域内接四角形5631に示すような、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630に内接し、 X_W 軸5321および Y_W 軸5322に平行な辺からなる四角形を周期 T_{CYCLE} 撮影領域とする。

[0086] 周期 T_{CYCLE} 撮影領域内接四角形5631の4隅の位置は、図21に示すように、 X_W 軸5321における周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630の4隅の位置である位置X4(5640)から位置X7(5643)、 Y_W 軸5322における周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630の4隅の位置である位置Y4(5650)から位置Y7(5653)それぞれの大小関係によって求めることができる。位置X4(5640)から位置X7(5643)の内の2番目および3番目に大きな位置、位置Y4(5650)から位置Y7(5653)の内の2番目および3番目に大きな位置が、周期 T_{CYCLE} 撮影領域内接四角形5631の4隅の位置である。なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域内接四角形5631は、上記のような求め方の四角形でなくても、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5630に内接し、 X_W 軸5321および Y_W 軸5322に平行な辺からなる四角形であればよい。また、位置X4(5640)から位置X7(5643)、および、位置Y4(5650)から位置Y7(5653)は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角 Θ_P 、チルト角 Θ_T 、ロール角 Θ_R 、水平画角 Θ_H および垂直画角 Θ_V などから算出することが可能である。

[0087] (隣接する撮影領域)

つぎに、隣接する撮影領域について説明する。隣接する撮影領域とは、当該撮影領域に対し上下左右などの各方向に最も近い他撮影領域のことである。当該撮影領域に対し隣接する撮影領域を求めるため手順を以下に説明する。

[0088] まず、当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する。この判定のために、図22に示す判定方法を利用する。図22は領域判定方法を説明する図である。図22において、5701は座標 (X_A, Y_A) に存在する点A、5702は座標 (X_B, Y_B) に存在する点B、5703は点A5701および点B5702を通る直線AB、5704は直線AB5703により分割される図面右上の領域A、5705は直線AB5703により分割される図面左上の領域Bである。図22において、座標 (X_Z, Y_Z) に存在するある点Zが領域A5704に存在するのであれば、式29が成り立つ。また、点Zが領域B5705に存在するのであれば、式30が成り立つ(なお、点Zが直線AB5703上に存在する場合は領域B5705存在するとしている)。両式を評価すれば点Zが領域A5704または領域B5705のどちらに存在するか判定できる。

[0089] そこで上記方法を利用し、他撮影領域の重心点(撮影領域の各頂点位置の平均値)を上記点Zとし、当該撮影領域に対しどの方向にあるかを判定する。図23(a)、(b)、(c)及び(d)は、当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する方法を説明する図である。図23において、5801は周期 T_{CYCLE} 撮影領域であり、当該撮影領域に該当する。5802は座標 (X_A, Y_A) に存在する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の1つ目の頂点A、5803は座標 (X_B, Y_B) に存在する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の2つ目の頂点B、5804は座標 (X_C, Y_C) に存在する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の3つ目の頂点C、5805は座標 (X_D, Y_D) に存在する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の4つ目の頂点D、5806は当該撮影領域に該当する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の上方向の領域A、5807は当該撮影領域に該当する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の右方向の領域B、5808は当該撮影領域に該当する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の下方向の領域C、5809は当該撮影領域に該当する周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の左方向の領域Dである。

[0090] [数29]

$$(Y_Z - Y_A) < \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)}(X_Z - X_A) \quad \dots(\text{式29})$$

[0091] [数30]

$$(Y_Z - Y_A) \geq \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)}(X_Z - X_A) \quad \dots(\text{式30})$$

図22に示す判定方法を用いれば、図23(a)において、式29および式31が成り立てば、他撮影領域の重心点である点Zは領域A5806に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の上方向に存在すると判定する。また、式29および式32が成り立てば、他撮影領域の重心点である点Zは領域B5807に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の右方向に存在すると判定する。また、式30および式32が成り立てば、他撮影領域の重心点である点Zは領域C5808に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の下方向に存在すると判定する。最後に、式30および式31が成り立てば、他撮影領域の重心点である点Zは領域D5809に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の左方向に存在すると判定する。

[0092] [数31]

$$(Y_Z - Y_C) < \frac{(Y_D - Y_C)}{(X_D - X_C)}(X_Z - X_C) \quad \dots(\text{式31})$$

[0093] [数32]

$$(Y_Z - Y_C) \geq \frac{(Y_D - Y_C)}{(X_D - X_C)}(X_Z - X_C) \quad \dots(\text{式32})$$

つぎに、方向毎に最も距離が近い他撮影領域を同方向に対する隣接撮影領域とする。上記手順で判定し存在するある方向の他撮影領域が1つであれば、それを同

方向に対する隣接撮影領域とし、複数であれば、他撮影領域の重心点から当該撮影領域の重心点までの距離が最も小さい他撮影領域を隣接撮影領域とする。

[0094] 以上で、当該撮影領域に対し隣接する撮影領域を求める手順の説明を終える。以上の手順では、判定に用いる点Zを他撮影領域の重心点として説明したが、点Zは他撮影領域の視点であってもよい。同様に、他撮影領域の重心点から当該撮影領域の重心点までの距離は、他撮影領域の視点から当該撮影領域の視点までの距離であってもよい。

[0095] また、上記手順の説明は、図23(a)に示すように領域を上下左右に分け、それぞれの隣接撮影領域を求める手順を示したが、図23(b)に示すように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801の各頂点を通る直線(図23においては破線で図示)により領域を上下左右、左上、右上、右下、左下に分けても、それぞれの隣接撮影領域を求めることは可能であることは言うまでもない。さらに、上記手順の説明は、図23(a)に示すように周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801を平面としたが、図23(c)及び(d)に示すように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5801を立体としても、同様に、隣接撮影領域を求めることは可能であることは言うまでもない。

[0096] (領域分割)

最後に、領域分割の手法について説明する。図24(a)、(b)、(c)、図25(a)、(b)は、領域分割の手法を説明する図である。図24及び図25において、5901から5903はそれぞれ、カメラAからカメラC、5904はカメラA5901からカメラC5903によって撮影する対象領域である撮影対象領域、5911から5913はそれぞれ、カメラA5901からカメラC5903の視点、5921はカメラA5901の視点である視点A5911とカメラB5902の視点である視点B5912を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線AB、5922はカメラB5902の視点である視点B5912とカメラC5903の視点である視点C5913を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線BC、5923はカメラA5901の視点である視点A5911とカメラC5903の視点である視点C5913を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線AC、5931から5933はそれぞれ、線AB5931および線BC5932および線AC5933によって分割される領域Aから領域Cである。

[0097] まず、図24(b)、(c)及び図25(a)に示すように、カメラA5901からカメラC5903の

それぞれの視点A5911から視点C5913を結ぶ線分に対する垂直二等分線、線AB5931および線BC5932および線AC5933をもとめる。これら垂直二等分線は、例えば、それぞれの視点が座標 (X_A, Y_A) および座標 (X_B, Y_B) に存在するとすれば、式33によってもとめられる。そして、自カメラの視線と各他カメラの視線を結ぶ線分に対する垂直二等分線と、撮影対象領域の各辺によって囲まれる領域を自身に分割される領域とする。このため、カメラA5901においては、図24(b)に示すように、線AB5931および線AC5933と撮影対象領域の各辺によって囲まれる領域である領域A5931がカメラA5901に分割される領域となる。同様に、カメラB5902においては、図24(c)に示すように、領域B5932がカメラB5902に分割される領域、カメラC5903においては、図25(a)に示すように、領域C5933がカメラC5903に分割される領域となる。この結果、図25(b)に示すように、撮影対象領域5904が、各カメラそれぞれに対し、領域A5931から領域C5933に分割される。

[0098] [数33]

$$Y = -\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \left(X - \frac{X_A + X_B}{2} \right) + \frac{Y_A + Y_B}{2} \quad \dots(\text{式33})$$

なお、上記領域分割手法では、各カメラの視点をもとに垂直二等分線を引くことにより領域を分割したが、各カメラの撮影領域の位置の重心点を用いても同様の分割ができることは言うまでもない。

[0099] 以上、カメラの撮影領域、検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルト、カメラの撮影領域位置、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法、撮影領域の形状、隣接する撮影領域、領域分割について説明した。これを前提とし、以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0100] (実施の形態1)

まず、本発明の実施の形態1について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うよ

うに各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整される撮影領域調整装置に関し、図26から図31を用いて説明する。

[0101] まず、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。

図26(a)は、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。この撮影領域調整装置は、カメラ端末101A～カメラ端末101C、操作端末102、及び、各カメラ端末101A～C101Cおよび操作端末102間の通信時に利用されるネットワーク103から構成される。なお、図26において、領域や同領域の位置を表現するために、お互い直交する X_w 軸110、 Y_w 軸111、および Z_w 軸112を定める。113は各カメラ端末101A～101Cが存在する実空間上の面、例えば各カメラ端末101A～101Cが天井から下向きに設定させている場合は、床などの面であり、本実施の形態においては、 Z_w 軸112=0の面とし、各種領域および同領域の位置はこの面を用いて表現する。実空間面113上において、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aはカメラ端末101Aが周期 TA_{CYCLE} に周期的に撮影する領域、周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bはカメラ端末101Bが周期 TB_{CYCLE} に周期的に撮影する領域、周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cはカメラ端末101Cが周期 TC_{CYCLE} に周期的に撮影する領域、撮影対象領域121は本発明における撮影を対象とする領域、撮影対象外領域122は撮影対象領域121以外の領域である。

[0102] 図26(b)は、図26(a)に示した本実施の形態における撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置を詳細に示す図である。図26(b)において、 X_w 軸110、 Y_w 軸111、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120A、周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120B、周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120C、撮影対象領域121および撮影対象外領域122は、図26(a)と同様である。

[0103] 130AL、130AR、130AUおよび130ABはそれぞれ、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aの左端 X_{AL} 、右端 X_{AR} 、上端 Y_{AU} および下端 Y_{AB} 位置である。つまり、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aは、 X_{AL} 130AL、 X_{AR} 130AR、 Y_{AU} 130AUおよび Y_{AB} 130ABに囲まれた領域であり、これらを用いて周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aの位置を表現する。130BL、130BR、130BUおよび130BBはそれぞれ、周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bの左端 X_{BL} 、右端 X_{BR} 、上端 Y_{BU} および下端 Y_{BB} 位置である。つまり、周期 TB_{CYCLE} 撮影領

域120Aは、 X_{BL} 、 X_{BR} 、 Y_{BU} および Y_{BB} に囲まれた領域であり、これらを用いて周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bの位置を表現する。 $130CL$ 、 $130CR$ 、 $130CU$ および $130CB$ はそれぞれ、周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cの左端 X_{CL} 、右端 X_{CR} 、上端 Y_{CU} および下端 Y_{CB} 位置である。つまり、周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Aは、 X_{CL} 、 X_{CR} 、 Y_{CU} および Y_{CB} に囲まれた領域であり、これらを用いて周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cの位置を表現する。 $131TL$ 、 $131TR$ 、 $131TU$ および $131TB$ はそれぞれ、撮影対象領域121の左端 X_{TL} 、右端 X_{TR} 、上端 Y_{TU} および下端 Y_{TB} 位置である。つまり、撮影対象領域121は、 X_{TL} 、 X_{TR} 、 Y_{TU} および Y_{TB} に囲まれた領域であり、撮影対象外領域122は、 X_{TL} 、 X_{TR} 、 Y_{TU} および Y_{TB} に囲まれた領域以外の領域であり、これらを用いて撮影対象領域121および撮影対象外領域122の位置を表現する。

- [0104] また、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bが重複する、 X_{BL} 、 X_{AR} 、 Y_{BU} および Y_{AB} に囲まれる領域は、カメラ端末101Aおよびカメラ端末101Bがそれぞれ重複して撮影する領域であり、同領域を撮影重複領域ABとする。同領域のX軸110方向の大きさは $X_{AR} - X_{BL}$ である。周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cが重複する、 X_{CL} 、 X_{BR} 、 Y_{CU} および Y_{BB} に囲まれる領域は、カメラ端末101Bおよびカメラ端末101Cがそれぞれ重複して撮影する領域であり、同領域を撮影重複領域BCとする。同領域のX軸110方向の大きさは $X_{BR} - X_{CL}$ である。撮影対象外領域122と周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aが重複する領域において、 X_{AL} 、 X_{TL} 、 Y_{AU} および Y_{AB} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域ALとする。同領域のX軸110方向の大きさは $X_{TL} - X_{AL}$ である。撮影対象外領域122と周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cが重複する領域において、 X_{TR} 、 X_{CR} 、 Y_{CU} および Y_{CB} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CRとする。同領域のX軸110方向の大きさは $X_{CR} - X_{TR}$ である。撮影対象外領域122と周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aが重複する領域において、 X_{AL} 、 X_{AR} 、 Y_{AU} および Y_{TU} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域AUとする。同領域

の Y_w 軸111方向の大きさは $Y_{TU} - Y_{AU}$ である。撮影対象外領域122と周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aが重複する領域において、 X_{130AL} 、 X_{130AR} 、 Y_{131TB} および Y_{130AB} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域ABとする。同領域の Y_w 軸111方向の大きさは $Y_{AB} - Y_{TB}$ である。撮影対象外領域122と周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bが重複する領域において、 X_{130BL} 、 X_{130BR} 、 Y_{130BU} および Y_{131TU} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域BUとする。同領域の Y_w 軸111方向の大きさは $Y_{TU} - Y_{BU}$ である。撮影対象外領域122と周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bが重複する領域において、 X_{130BL} 、 X_{130BR} 、 Y_{131TB} および Y_{130BB} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域BBとする。同領域の Y_w 軸111方向の大きさは $Y_{BB} - Y_{TB}$ である。撮影対象外領域122と周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cが重複する領域において、 X_{130CL} 、 X_{130CR} 、 Y_{130CU} および Y_{131TU} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CUとする。同領域の Y_w 軸111方向の大きさは $X_{TU} - X_{CL}$ である。撮影対象外領域122と周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cが重複する領域において、 X_{130CL} 、 X_{130CR} 、 Y_{131TB} および Y_{130CB} に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CBとする。同領域の Y_w 軸111方向の大きさは $X_{CB} - X_{TB}$ である。

[0105] 図27は、図26(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図である。カメラ端末101A～101Cは、カメラ201、カメラ201の撮影領域位置を調整する処理部である調整部A202、ネットワーク103を介してカメラ201の撮影領域位置を通信する通信部203を備える。

[0106] カメラ201は、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域の撮影を一定周期で繰り返すカメラの一例であり、さらに、レンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。レンズ211は、像を結像させるレンズであり、撮像面212はレンズ211で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、画像処理部213は撮像面212で撮影した画像を処理する処理部、姿勢制御部214はレンズ211および撮像面212の姿勢、および、レンズ211と撮像面212の間隔を制御する処理部、周期撮影制御部215は姿勢制御部214に周期的な姿勢制御信号を送

ることにより、カメラ201が周期 T_{CYCLE} に周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するように制御する処理部である。なお、姿勢制御部214が行う、レンズ211および撮像面212の姿勢の制御とは、一般的にパンやチルトと呼ばれる制御であり、レンズ211および撮像面212は連動して、ある点または軸を中心に回転される。また、姿勢制御部214が行う、レンズ211および撮像面212の間隔の制御とは、一般的にズームと呼ばれる制御であり、レンズ211および撮像面212の間隔が増減することにより、カメラ201の画角が調整される。

[0107] 通信部203は、仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信インターフェース等であり、ここでは、撮影領域位置等を他のカメラとの間でやりとりする。

[0108] 調整部A202は、カメラ201を制御することにより、仮想撮影領域の位置を調整する処理部であり、ここでは、自カメラ端末の仮想撮影領域と通信部203によって受信される情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、撮影領域調整装置を構成する複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する。例えば、自カメラ端末の仮想撮影領域と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域とが重複する領域の量である重複領域量が、0よりも大きい一定量である目標量となるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する。

[0109] 図28は、図26(b)における操作端末102の構成を示すブロック図である。操作端末102は、撮影対象領域121の位置である X_{TL} 131TL、 X_{TR} 131TR、 Y_{TL} 131TUおよび Y_{TB} 131TBを入力する入力部301、入力部301から入力した撮影対象領域121の位置を記憶する記憶部302、図27における通信部203と同様の通信部であって、ネットワーク103を介して記憶部302に記録された撮影対象領域121の位置を通信する通信部203を備える。なお、予め記憶部302に撮影対象領域121の位置が記録されているのであれば、入力部301は必要としない。

[0110] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。各カメラ端末101A～101Cの構成要素であるカメラ201は、図27に示す内部構成をもつ。カメラ201では、レンズ211により結像した像を撮像面212で画像信号に変換し、画像処理部213において一般的な画像処理技術や画像認識技術などにより、同画像信号

から検出対象の検出や情報抽出が行う。このようにカメラ201は実空間に対しレンズ211および撮像面212の姿勢およびそれぞれの間隔により決定する自身の時刻 T 撮影領域を検出領域とした、検出対象の検出や情報抽出などの検出動作を行う。なお、上記した一般的な画像処理技術や画像認識技術としては広く知られている背景差分法や動差分法などが挙げられる。また、後述するが、カメラ201は周期撮影制御部215により、周期 T_{CYCLE} に周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影する。このため、カメラ201は実空間に対し周期撮影制御部215により決定する自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を検出領域とした、検出対象の検出や情報抽出などの検出動作を行うことになる。検出した検出対象の情報は通信部203に送られる。

[0111] 更に、カメラ201では、姿勢制御部214が、レンズ211および撮像面212の姿勢、または、レンズ211および撮像面212の間隔を制御することにより、カメラ201の時刻 T 撮影領域の位置を、周期撮影制御部215が指示する姿勢制御信号により時刻 T 撮影領域の位置に移動させる。また、姿勢制御部214は、時刻 T のレンズ211および撮像面212の姿勢または間隔から決定するカメラ201の時刻 T 撮影領域の位置情報を取得するとともに、それを周期撮影制御部215に送る。このように、カメラ201の時刻 T 撮影領域の位置は周期撮影制御部215により制御されると共に、時刻 T におけるカメラ201の時刻 T 撮影領域の位置情報は周期撮影制御部215に送られる。なお、時刻 T におけるレンズ211および撮像面212の姿勢または間隔から決定するカメラ201の時刻 T 撮影領域の位置を算出する方法については、前記、カメラの撮影領域位置において説明した。また、レンズ211および撮像面212の姿勢および間隔は、例えばステッピングモーターなどを用いれば変化させることが可能であり、また、その時刻 T における姿勢および間隔も読み取り可能である。

[0112] 周期撮影制御部215は、前記、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法に説明した方法にもとづき、姿勢制御部214から送られる時刻 T 撮影領域の位置情報、および、調整部A202から指示される周期 T_{CYCLE} カメラパン角 θ_b や周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 θ_t をもとに、姿勢制御部214にパン速度 V_p およびチルト速度 V_t などの姿勢制御信号を送ることにより、カメラ201の時刻 T 撮影領域の位置を制御し、カメラ201を、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影する周期 T_{CYCLE} カメラとして動作させる。なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域

の撮影方法に説明したように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するには、調整部A202から指示される周期 T_{CYCLE} カメラパン角 Θ_P や周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 Θ_T のほか、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するには、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影位置の算出に必要な周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_V 、時刻 T 撮影領域位置の算出に必要な時刻 T カメラ水平画角 Θ_H および時刻 T カメラ垂直画角 Θ_V 、パン速度 $V_{P, \text{CONST}}$ 、チルト速度 $V_{T, \text{CONST}}$ 、撮影間隔 T_S が必要である。本実施の形態では、これら値はあらかじめ決定された固定値とし、たとえば、これらの値は記憶手段などに記録されているものとして、それらの値は周期撮影制御部215に送られているものとする。なお、これらの値は、操作端末102から指示されてもよい。また、周期撮影制御部215は、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を調整部A202に送る。なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置を算出する方法については、前記、カメラの撮影領域位置において説明した。

[0113] 調整部A202は、周期撮影制御部215から送られたカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を通信部203およびネットワーク103を介して、周期的に他カメラ端末の調整部A202に送信する。また、調整部A202は、他カメラ端末の調整部A202から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を受信する。更に、操作端末102の通信部203は撮影対象領域121の位置情報を、ネットワーク103を介して、各カメラ端末101A～101Cの調整部A202に周期的に送信する。

[0114] このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、調整部A202は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各調整部A202は、カメラ端末101Aの周期 T_A 撮影領域120Aの位置である X_{130AL} 、 X_{130AR} 、 Y_{130AU} および Y_{130AB} 、カメラ端末101Bの周期 T_B 撮影領域120Bの位置である X_{130BL} 、 X_{130BR} 、 Y_{130BU} および Y_{130BB} 、カメラ端末101Cの周期 T_C 撮影領域120Cの位置である X_{130CL} 、 X_{130CR} 、 Y_{130CU} および Y_{130CB} 、撮影対象領域121の位置である X_{131TL} 、 X_{131TR} 、 Y_{131TU} および Y_{131TB} を通信部203およびネットワー

ク103を介して周期的に取得する。

[0115] 更に、調整部A202は取得した上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報(撮影対象外領域122の位置情報でもある)をもとに、図29に示す以下のステップの処理を行う。

[0116] まずステップ401において、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を示す情報より、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象外領域122を選択する。自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の選択方法は隣接する撮影領域において説明した。もし、隣接する撮影領域において説明した選択方法において、隣接する撮影領域が存在しない場合は、隣接する撮影対象領域を撮影対象外領域122とする。このため、カメラ端末101Aにおいては、左隣および上隣および下隣として撮影対象外領域122、右隣として周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B、カメラ端末101Bにおいては、左隣として周期 T_{CYCLE} 撮影領域120A、上隣および下隣として撮影対象外領域122、右隣として周期 T_{CYCLE} 撮影領域120C、カメラ端末101Cにおいては、左隣として周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B、上隣および下隣および右隣として撮影対象外領域122が選択される。

[0117] つぎにステップ402において、ステップ401で選択した撮影領域と自カメラ端末の撮影領域が重複した領域である重複領域の大きさを示す量を算出する。この算出方法は、図26(b)に示すとおり、選択した撮影領域位置および自カメラ端末の撮影領域位置の大小関係により簡単に算出可能である。このため、カメラ端末101Aにおいては、左隣の重複領域である撮影対象外重複領域ALの大きさを示す量 $X_{\text{TL}} - X_{\text{AL}}$ 、右隣の重複領域である撮影重複領域ABの大きさを示す量 $X_{\text{AR}} - X_{\text{BL}}$ 、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域AUの大きさを示す量 $Y_{\text{TU}} - Y_{\text{AU}}$ 、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域ABの大きさを示す量 $Y_{\text{AB}} - Y_{\text{TB}}$ 、カメラ端末101Bにおいては、左隣の重複領域である撮影重複領域ABの大きさを示す量 $X_{\text{AR}} - X_{\text{BL}}$ 、右隣の重複領域である撮影重複領域BCの大きさを示す量 $X_{\text{BR}} - X_{\text{CL}}$ 、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域BUの大きさを示す量 $Y_{\text{TU}} - Y_{\text{BU}}$ 、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域BBの大きさを示す量 $Y_{\text{BB}} - Y_{\text{TB}}$ 、カメラ端末101Cにおいては、左隣

の重複領域である撮影重複領域BCの大きさを示す量 $X_{BR} - X_{CL}$ 、右隣の重複領域である撮影対象外重複領域CRの大きさを示す量 $X_{CR} - X_{TR}$ 、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域CRの大きさを示す量 $Y_{TU} - Y_{CU}$ 、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域CBの大きさを示す量 $Y_{CB} - Y_{TB}$ が算出される。

- [0118] つぎにステップ403、ステップ402で算出した重複領域の大きさを示す量を、一定の量 $C_{OVERLAP}$ に近づくように自カメラ端末の撮影領域位置を調整する。この調整方法を以下に説明する。まず、重複領域の大きさを示す量と0または0以上の一定量 $C_{OVERLAP}$ との差を示す量として関数 $FA()$ を定める。本実施の形態では、式34から式36に示すものを同関数とする。

[0119] [数34]

$$\left. \begin{aligned} FA_{AL}(X_{AL}) &= (X_{TL} - X_{AL} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{AR}(X_{AR}) &= (X_{AR} - X_{BL} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{AU}(Y_{AU}) &= (Y_{TU} - Y_{AU} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{AB}(Y_{AB}) &= (Y_{AB} - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式34})$$

[0120] [数35]

$$\left. \begin{aligned} FA_{BL}(X_{BL}) &= (X_{AR} - X_{BL} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{BR}(X_{BR}) &= (X_{BR} - X_{CL} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{BU}(Y_{BU}) &= (Y_{TU} - Y_{BU} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{BB}(Y_{BB}) &= (Y_{BB} - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式35})$$

[0121] [数36]

$$\left. \begin{aligned} FA_{CL}(X_{CL}) &= (X_{BR} - X_{CL} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{CR}(X_{CR}) &= (X_{CR} - X_{TR} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{CU}(Y_{CU}) &= (Y_{TU} - Y_{CU} - C_{OVERLAP})^2 \\ FA_{CB}(Y_{CB}) &= (Y_{CB} - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式36})$$

式34から式36はそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに対するものであり、重複領域の大きさを示す量と一定量 $C_{OVERLAP}$ との差の2乗値を、それぞれの差を示す量としている。つぎに、式37から式39に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次回の撮影領域位置を算出する。

[0122] [数37]

$$\left. \begin{aligned} X'_{AL} &= X_{AL} - \alpha \frac{\partial FA_{AL}(X_{AL})}{\partial X_{AL}} \\ X'_{AR} &= X_{AR} - \alpha \frac{\partial FA_{AR}(X_{AR})}{\partial X_{AR}} \\ Y'_{AU} &= Y_{AU} - \alpha \frac{\partial FA_{AU}(Y_{AU})}{\partial Y_{AU}} \\ Y'_{AB} &= Y_{AB} - \alpha \frac{\partial FA_{AB}(Y_{AB})}{\partial Y_{AB}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式37})$$

[0123] [数38]

$$\left. \begin{aligned} X'_{BL} &= X_{BL} - \alpha \frac{\partial FA_{BL}(X_{BL})}{\partial X_{BL}} \\ X'_{BR} &= X_{BR} - \alpha \frac{\partial FA_{BR}(X_{BR})}{\partial X_{BR}} \\ Y'_{BU} &= Y_{BU} - \alpha \frac{\partial FA_{BU}(Y_{BU})}{\partial Y_{BU}} \\ Y'_{BB} &= Y_{BB} - \alpha \frac{\partial FA_{BB}(Y_{BB})}{\partial Y_{BB}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式38})$$

[0124] [数39]

$$\left. \begin{aligned} X'_{CL} &= X_{CL} - \alpha \frac{\partial FA_{CL}(X_{CL})}{\partial X_{CL}} \\ X'_{CR} &= X_{CR} - \alpha \frac{\partial FA_{CR}(X_{CR})}{\partial X_{CR}} \\ Y'_{CU} &= Y_{CU} - \alpha \frac{\partial FA_{CU}(Y_{CU})}{\partial Y_{CU}} \\ Y'_{CB} &= Y_{CB} - \alpha \frac{\partial FA_{CB}(Y_{CB})}{\partial Y_{CB}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式39})$$

式37から式39において、 X'_{AL} 、 X'_{AR} 、 Y'_{AU} 、 Y'_{AB} 、 X'_{BL} 、 X'_{BR} 、 Y'_{BU} 、 Y'_{BB} 、 X'_{CL} 、 X'_{CR} 、 Y'_{CU} 、 Y'_{CB} はそれぞれ、次回の各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aから周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの位置を示し、 α は定数である。最後に同周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置にそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を調整する。なお、上記手法では、カメラ端末101Aにおいては、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aの位置である X_{130AL} および X_{130AR} および X_{130AU} および X_{130AB} がそれぞれ独立に調整可能である必要がある。カメラ端末101Bおよびカメラ端末101Cについても同様である。独立に調整することができない場合には、

それぞれ独立に調整できない項目の関数 $FA()$ を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、本実施の形態におけるカメラ201では、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V を固定値としたために、 X_{AL} 130ALおよび X_{AR} 130ARは独立に調整は不可能であり、 X_{AU} 130AUおよび X_{AB} 130ABもまた独立に調整は不可能であるが、このように、関数 $G()$ を式40から式42に示すものとし、式43から式45に示す最急降下法の式を用いれば上記調整と同様な調整が行えることができる。上記式において、 Θb_{PA} および Θb_{TA} 、 Θb_{PB} および Θb_{TB} 、 Θb_{PC} および Θb_{TC} それぞれ、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角である。

[0125] [数40]

$$\left. \begin{aligned}
 FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_{AL}(X_{AL}) + FA_{AR}(X_{AR}) + FA_{AU}(Y_{AU}) + FA_{AB}(Y_{AB}) \\
 X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \\
 X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \\
 Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \\
 Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \\
 FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) = \\
 &= (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - C_{\text{OVERLAP}})^2 + (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - X_{BL} - C_{\text{OVERLAP}})^2 + \\
 &= (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - C_{\text{OVERLAP}})^2 + (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - Y_{TB} - C_{\text{OVERLAP}})^2
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式40})$$

[0126] [数41]

$$\left. \begin{aligned}
 FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) &= FA_{BL}(X_{BL}) + FA_{BR}(X_{BR}) + FA_{BU}(Y_{BU}) + FA_{BB}(Y_{BB}) \\
 X_{BL} &= G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \\
 X_{BR} &= G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \\
 Y_{BU} &= G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \\
 Y_{BB} &= G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \\
 FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) &= FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) = \\
 &= (X_{AR} - G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - C_{\text{OVERLAP}})^2 + (G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - X_{CL} - C_{\text{OVERLAP}})^2 + \\
 &= (Y_{TU} - G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - C_{\text{OVERLAP}})^2 + (G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - Y_{TB} - C_{\text{OVERLAP}})^2
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式41})$$

[0127] [数42]

$$\left. \begin{aligned}
 FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) &= FA_{CL}(X_{CL}) + FA_{CR}(X_{CR}) + FA_{CU}(Y_{CU}) + FA_{CB}(Y_{CB}) \\
 X_{CL} &= G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \\
 X_{CR} &= G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \\
 Y_{CU} &= G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \\
 Y_{CB} &= G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \\
 FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) &= FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) = \\
 &= (X_{BR} - G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - C_{OVERLAP})^2 + (G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - X_{TR} - C_{OVERLAP})^2 + \\
 &+ (Y_{TU} - G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - C_{OVERLAP})^2 + (G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式42})$$

[0128] [数43]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{PA} &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
 \theta b'_{TA} &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{TA}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式43})$$

[0129] [数44]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{PB} &= \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{PB}} \\
 \theta b'_{TB} &= \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{TB}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式44})$$

[0130] [数45]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{PC} &= \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{PC}} \\
 \theta b'_{TC} &= \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{TC}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式45})$$

調整部A202はステップ401、ステップ402、ステップ403の処理を順次行い、ステ

ップ403の処理終了後にステップ401の処理に戻る。そして、調整部A202では、絶えずステップ401からステップ403の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラパン角 $\Theta_{b'}^{PA}$ (または $\Theta_{b'}^{PB}$ または $\Theta_{b'}^{PC}$)、および、周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 $\Theta_{b'}^{TA}$ (または $\Theta_{b'}^{TB}$ または $\Theta_{b'}^{TC}$)の更新値を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置を調整する。

[0131] 本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ403において重複領域の大きさを示す量を0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} に近くよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置にカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を調整するため、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域である周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cおよび撮影対象外領域122はお互い、ステップ401からステップ403の処理を繰り返すことにより、0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} の大きさを重複することになる。図26に示すように、撮影対象外領域122を含め、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域がそれぞれ0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} の大きさを重複すれば、撮影対象領域121は各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の和した領域に包括されるので、本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cを用いて撮影対象領域121を死角なく撮影することができる。

[0132] また、調整部A202が、ステップ401からステップ403の処理を繰り返すことにより、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ402およびステップ403の処理は、ステップ401において選択した自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域および撮影対象外領域122に対して行われる。

[0133] このため、各時刻において自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または撮影対象外領域122の位置(撮影対象領域121の位置でもある)に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ることができる。上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象領域121の位置に変化が生ずる場合としては、

(1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が意図的に変更される、
 (2) カメラ端末が新設される、
 (3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する、
 (4) 操作端末から送信する撮影対象領域の位置が変更される、
 が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態6
 および実施の形態7に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期
 T_{CYCLE} 撮影領域位置や操作端末が送信する撮影対象領域位置が変化する、または
 、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置が送信されたとしても、本発明の撮
 影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置または撮影対象領域位置の変化に応
 じ、各カメラ端末を用いて撮影対象領域を死角なく撮影することができる。

[0134] なお、本実施の形態では、重複領域の大きさを示す量と0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} との差を示す関数 $FA()$ を、式34から式36や式40から式42に示すように、重複領域の大きさを示す量と一定量 C_{OVERLAP} との差の2乗値としたが、図30に示すように、関数 $FA()$ を重複領域の大きさを示す量と一定量 C_{OVERLAP} との差の4乗値、6乗値、10乗値などのような差の偶数乗値や、関数 $FA()$ を重複領域の大きさを示す量と一定量 C_{OVERLAP} との差の絶対値としても、これら関数 $FA()$ は $X_{\text{AL}} - X_{\text{TL}}$ が C_{OVERLAP} の時ににおいて最小値をもつために、ステップ403で行う最急降下法の効果により重複領域の大きさを示す量が一定量 C_{OVERLAP} に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0135] また、重複領域の大きさを示す量と0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} との差を示す関数 $FA()$ が図31で示すような、 $X_{\text{AL}} - X_{\text{TL}}$ が C_{OVERLAP} の時ににおいて最小値ではなく極小値もつ関数 $FA()$ であったとしても、 $X_{\text{AL}} - X_{\text{TL}}$ の変化が可能な範囲において $X_{\text{AL}} - X_{\text{TL}}$ が C_{OVERLAP} の時に最小値となる関数 $FA()$ であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0136] また、重複領域の大きさとして、0または0以上の一定量 C_{OVERLAP} を目標値としたが、一定量 C_{OVERLAP} は、好ましくは、0よりも大きい値が好ましい。仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)が単に接するのではなく、重なり合うことが保証されるので、より確実に撮影対象領域がくまなく撮影されるとともに、後述するように、各

仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の画像を1枚の画像に合成するときの合成処理(貼り合わせ処理)が容易になる。

[0137] また、本実施の形態では、図27に示すように、調整部A202が各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに分散して存在しているが、調整部A202が1つしか存在せず、一つしか存在しない調整部A202が、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0138] また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0139] また、本実施の形態では、左右上下隣の重複領域の大きさを共通の一定量 C_{OVERLAP} に調整したが、左右上下隣別々の一定量 C_{OVERLAP} に調整しても、さらに言えば、各カメラ端末101Aからカメラ端末101C別々の一定量 C_{OVERLAP} に調整したとしても、各一定量 C_{OVERLAP} が0または0以上であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0140] また、本実施の形態では、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 θ_p およびチルト角 θ_t を調整部A202により調整更新し、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θ_h および垂直画角 θ_v を固定値とした。しかし、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θ_h および垂直画角 θ_v によって周期 T_{CYCLE} カメラの撮影領域位置は変化するので、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 θ_p およびチルト角 θ_t を固定値とし、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θ_h および垂直画角 θ_v に対し、調整部A202と同様の手段を設け、式46に示す式により調整更新を行えば、同様の効果を得られることは言うまでもない。同様に、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θ_h および垂直画角 θ_v のみならず、時刻 T カメラの水平画角 θ_a および垂直画角 θ_a_v 、パン速度 $V_{P, \text{CONST}}$ 、チルト速度 $V_{T, \text{CONST}}$ 、撮影期間 T_s に関しても同様である。

[0141] [数46]

$$\left. \begin{aligned}
X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
&= (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&+ (G_{AR}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C_{OVERLAP})^2 + \\
&+ (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&+ (G_{AB}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2 \\
\theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
\theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
\end{aligned} \right\} \dots(\text{式46})$$

更に、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 θb_p およびチルト角 θb_t を調整部A202により、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θb_H および垂直画角 θb_V を調整部A202と同様の調整部により、それぞれ式47に示す式により調整更新を行えば、同様の効果を得られることは言うまでもない。同様に、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θb_H および垂直画角 θb_V のみならず、時刻 T カメラの水平画角 θa_H および垂直画角 θa_V 、パン速度 $V_{p, \text{CONST}}$ 、チルト速度 $V_{t, \text{CONST}}$ 、撮影期間 T_s に関しても同様である。

[0142] [数47]

$$\left.
\begin{aligned}
X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
& (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
& (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C_{OVERLAP})^2 + \\
& (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
& (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2 \\
\theta b_{PA}' &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
\theta b_{TA}' &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
\theta b_{HA}' &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
\theta b_{VA}' &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
\end{aligned}
\right\} \dots(\text{式47})$$

[0143] (実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整され、かつ、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになるように自動調整される撮影領域調整装置に関し、図32から図33を用いて説明する。

[0144] まず始めに、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになることの利点について説明する。上記実施の形態1で説明した撮影領域調整装置は、各カメラ端末のカメラの撮影領域により所定の撮影対象領域をくまなく覆うことが可能であるが、これだけでは、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は等しいとは限らない。カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が等しくない場合、たとえば、ある特定のカメラ端末の撮影周期 T_{CYCLE} が極端に長い場合には、同カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画像の更新レートなどが遅くなり、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域内における検出対象の発見までに要する時間が遅くなる。これは、監視用途に本発明の撮影領域調整装置を用い

る場合、問題となる。このため、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は、差異なく、ほぼ等しいことが望まれる。

[0145] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図32は、図26(a)における各カメラ端末101A～101Cに相当する本実施の形態におけるカメラ201の構成を示すブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部A202、通信部203、周期画角調整部A204から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図32において、カメラ201、調整部A202、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図27に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図と同様である。図32に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図においては、周期 T_{CYCLE} 、カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} 、カメラ垂直画角 Θb_V は固定値ではなく、これらカメラ201の周期 T_{CYCLE} 、撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部A204が追加されている。

[0146] 構成要素における実施の形態1と本実施の形態の差異はこの点だけであり、撮影領域調整装置の構成は図26(a)、撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置は図26(b)、操作端末102の構成は図28と同様である。

[0147] 周期画角調整部A204が追加されたことにより、本実施の形態では、調整部A202と周期画角調整部A204とによって、実施の形態1の調整に加えて、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 、撮影領域)の撮影周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 、撮影領域)の撮影周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 、撮影領域)の位置および撮影周期が調整される。

[0148] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。本実施の形態は実施の形態1に対し、周期画角調整部A204が追加されただけであり、同周期画角調整部A204が周期撮影制御部215に周期 T_{CYCLE} 、カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} 、カメラ垂直画角 Θb_V を送っているので、実施の形態1に記載したすべて

効果を有することは言うまでもない。つまり、各カメラ端末のカメラの撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの撮影領域が自動調整される。

[0149] 周期画角調整部A204は、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を通信部203およびネットワーク103を介して、周期的に他カメラ端末の周期画角調整部A204に送信する。また、周期画角調整部A204は、他カメラ端末の周期画角調整部A204から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を受信する。このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、周期画角調整部A204は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各周期画角調整部A204は、カメラ端末101Aの周期 T_A 撮影領域120Aの画角である $\theta_{b_{HA}}$ および $\theta_{b_{VA}}$ （それぞれ、水平画角および垂直画角）、カメラ端末101Bの周期 T_B 撮影領域120Bの画角である $\theta_{b_{HB}}$ および $\theta_{b_{VB}}$ 、カメラ端末101Cの周期 T_C 撮影領域120Cの画角である $\theta_{b_{HC}}$ および $\theta_{b_{VC}}$ を通信部203およびネットワーク103を介して周期的に取得する。

[0150] 更に、周期画角調整部A204は取得した上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報をもとに、図33に示す以下のステップの処理を行う。

[0151] まずステップ801において、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を選択する。この処理は、実施の形態1に説明したので説明は省略する。調整部A202でも行っている処理であり、調整部A202で行うステップ401の処理結果を流用してもよい。ただし、調整部A202では、撮影対象外領域122が選択されることがある為、撮影対象外領域122が選択された場合は、隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域はなしと判定すればよい。

[0152] つぎにステップ802において、ステップ801で選択した撮影領域の画角と自カメラ端末の撮影領域の画角の差を示す量を算出する。このため、カメラ端末101Aにおいては、右隣の撮影領域である周期 T_B 撮影領域120Bとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HB}} - \theta_{b_{HA}}$ および $\theta_{b_{VB}} - \theta_{b_{VA}}$ 、カメラ端末101Bにおいては、左隣の撮影領域である周期 T_A 撮影領域120Aとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HA}} - \theta_{b_{HB}}$ および $\theta_{b_{VA}} - \theta_{b_{VB}}$ 、カメラ端末101Cにおいては、右隣の撮影領域である周期 T_B 撮影領域120Bとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HB}} - \theta_{b_{HC}}$ および $\theta_{b_{VB}} - \theta_{b_{VC}}$ 、カメラ端末101Cにおいては、左隣の撮影領域である周期 T_A 撮影領域120Aとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HA}} - \theta_{b_{HC}}$ および $\theta_{b_{VA}} - \theta_{b_{VC}}$ を算出する。

$\theta_{b_{VB}} - \theta_{b_{VC}}$ 、右隣の撮影領域である周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HC}} - \theta_{b_{HB}}$ および $\theta_{b_{VC}} - \theta_{b_{VB}}$ 、カメラ端末101Cにおいては、左隣の撮影領域である周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bとの画角の差を示す量 $\theta_{b_{HB}} - \theta_{b_{HC}}$ および $\theta_{b_{VB}} - \theta_{b_{VC}}$ が算出される。

[0153] つぎにステップ803、ステップ802で算出した画角の差を示す量を、0に近づくように自カメラ端末の撮影領域の画角を調整する。この調整方法を以下に説明する。まず、画角の差を示す量として関数 $FB()$ を定める。本実施の形態では、式48から式50に示すものを同関数とする(隣接する撮影領域がない方向に関しては、関数 $FB() = 0$ とする)。

[0154] [数48]

$$\left. \begin{aligned}
 &FB_{ALH}(\theta_{b_{HA}}) = 0 \\
 &FB_{ALV}(\theta_{b_{VA}}) = 0 \\
 &FB_{ARH}(\theta_{b_{HA}}) = (\theta_{b_{HB}} - \theta_{b_{HA}})^2 \\
 &FB_{ARV}(\theta_{b_{VA}}) = (\theta_{b_{VB}} - \theta_{b_{VA}})^2 \\
 &FB_{AUH}(\theta_{b_{HA}}) = 0 \\
 &FB_{AUV}(\theta_{b_{VA}}) = 0 \\
 &FB_{ABH}(\theta_{b_{HA}}) = 0 \\
 &FB_{ABV}(\theta_{b_{VA}}) = 0 \\
 &FB_{AH}(\theta_{b_{HA}}) = FB_{ALH}(\theta_{b_{HA}}) + FB_{ARH}(\theta_{b_{HA}}) + FB_{AUH}(\theta_{b_{HA}}) + FB_{ABH}(\theta_{b_{HA}}) \\
 &FB_{AV}(\theta_{b_{VA}}) = FB_{ALV}(\theta_{b_{VA}}) + FB_{ARV}(\theta_{b_{VA}}) + FB_{AUV}(\theta_{b_{VA}}) + FB_{ABV}(\theta_{b_{VA}})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式48})$$

[0155] [数49]

$$\left. \begin{aligned}
 &FB_{BLH}(\theta_{b_{HB}}) = (\theta_{b_{HA}} - \theta_{b_{HB}})^2 \\
 &FB_{BLV}(\theta_{b_{VB}}) = (\theta_{b_{VA}} - \theta_{b_{VB}})^2 \\
 &FB_{BRH}(\theta_{b_{HB}}) = (\theta_{b_{HC}} - \theta_{b_{HB}})^2 \\
 &FB_{BRV}(\theta_{b_{VB}}) = (\theta_{b_{VC}} - \theta_{b_{VB}})^2 \\
 &FB_{BUH}(\theta_{b_{HB}}) = 0 \\
 &FB_{BUV}(\theta_{b_{VB}}) = 0 \\
 &FB_{BBH}(\theta_{b_{HB}}) = 0 \\
 &FB_{BBV}(\theta_{b_{VB}}) = 0 \\
 &FB_{BH}(\theta_{b_{HB}}) = FB_{BLH}(\theta_{b_{HB}}) + FB_{BRH}(\theta_{b_{HB}}) + FB_{BUH}(\theta_{b_{HB}}) + FB_{BBH}(\theta_{b_{HB}}) \\
 &FB_{BV}(\theta_{b_{VB}}) = FB_{BLV}(\theta_{b_{VB}}) + FB_{BRV}(\theta_{b_{VB}}) + FB_{BUV}(\theta_{b_{VB}}) + FB_{BBV}(\theta_{b_{VB}})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式49})$$

[0156] [数50]

$$\left. \begin{aligned}
FB_{CLH}(\theta b_{HC}) &= (\theta b_{HB} - \theta b_{HC})^2 \\
FB_{CLV}(\theta b_{VC}) &= (\theta b_{VB} - \theta b_{VC})^2 \\
FB_{CRH}(\theta b_{HC}) &= 0 \\
FB_{CRV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
FB_{CUH}(\theta b_{HC}) &= 0 \\
FB_{CUV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
FB_{CBH}(\theta b_{HC}) &= 0 \\
FB_{CBV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
FB_{CH}(\theta b_{HC}) &= FB_{CLH}(\theta b_{HC}) + FB_{CRH}(\theta b_{HC}) + FB_{CUH}(\theta b_{HC}) + FB_{CBH}(\theta b_{HC}) \\
FB_{CV}(\theta b_{VC}) &= FB_{CLV}(\theta b_{VC}) + FB_{CRV}(\theta b_{VC}) + FB_{CUV}(\theta b_{VC}) + FB_{CBV}(\theta b_{VC})
\end{aligned} \right\} \dots(\text{式50})$$

式48から式50はそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに対するものであり、画角の差を示す量の2乗値を、それぞれの差を示す量としている。つぎに、式51から式53に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次の撮影領域の画角を算出する。式51から式53において、 $\theta b'_{HA}$ 、 $\theta b'_{VA}$ 、 $\theta b'_{HB}$ 、 $\theta b'_{VB}$ 、 $\theta b'_{HC}$ 、 $\theta b'_{VC}$ はそれぞれ、次の各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aから周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの画角を示し、 α は定数である。最後に同周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角にそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整する。

[0157] [数51]

$$\left. \begin{aligned}
\theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_{AH}(\theta b_{HA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
\theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_{AV}(\theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
\end{aligned} \right\} \dots(\text{式51})$$

[0158] [数52]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_{BH}(\theta b_{HB})}{\partial \theta b_{HB}} \\ \theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_{BV}(\theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式52})$$

[0159] [数53]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_{CH}(\theta b_{HC})}{\partial \theta b_{HC}} \\ \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_{CV}(\theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式53})$$

周期画角調整部A204はステップ801、ステップ802、ステップ803の処理を順次行い、ステップ803の処理終了後にステップ801の処理に戻る。そして、周期画角調整部A204では、絶えずステップ801からステップ803の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 $\theta b'_H$ および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 $\theta b'_V$ の更新値を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整する。

[0160] 本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ803において画角の差を示す量を0に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角にカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整するため、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域である周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cの画角はお互い、ステップ801からステップ803の処理を繰り返すことにより、等しくなる。つまり、実施の形態1の調整に加えて、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の撮影周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の撮影周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の

仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の位置および撮影周期が調整される。

[0161] 各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cにおいて、それぞれの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が等しく、更に、それぞれのカメラ201の姿勢を変更するパン速度 V_{P_CONST} およびチルト速度 V_{T_CONST} 、時刻 T 撮影領域の大きさを決定するカメラ201の水平画角 Θ_{a_H} および垂直画角 Θ_{a_V} が等しいのであれば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の説明によれば、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの撮影周期 T_{CYCLE} は等しくなる。本実施の形態においては、パン速度 V_{P_CONST} およびチルト速度 V_{T_CONST} 、水平画角 Θ_{a_H} および垂直画角 Θ_{a_V} はあらかじめ定めた固定値であり、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cにおいて、これらがそれぞれ等しい値に設定することは可能である。このため、以上の本実施の形態の動作により、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができる。

[0162] なお、上記動作説明では、パン速度 V_{P_CONST} およびチルト速度 V_{T_CONST} 、水平画角 Θ_{a_H} および垂直画角 Θ_{a_V} は、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cにおいてそれぞれ等しい値としたが、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの機器性能の制限上、それぞれ等しい値とすることができないのであれば、以下の方法をとることにより、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができる。

[0163] 周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の説明によれば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影周期 T_{CYCLE} は、式54に示す近似式で算出することができる。そこで、ステップ802で行われる計算処理を式55から式57のものとし、ステップ803で行われる計算処理を式58から式60のものとする(なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域水平サイズ Lb_H 、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ Lb_V 、時刻 T 撮影領域水平サイズ La_H 、時刻 T 撮影領域垂直サイズ La_V それぞれは、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角である Θ_{b_H} および Θ_{b_V} 、時刻 T 撮影領域の画角である Θ_{a_H} および Θ_{a_V} の関数である)。

[0164] [数54]

$$T_{CYCLE} = \frac{Lb_H}{La_H \times V_{P_CONST} \times T_s} \times \frac{Lb_V}{La_V \times V_{V_CONST} \times T_s} \quad \dots(式54)$$

[0165] [数55]

$$\left. \begin{aligned}
 &FB_{AL}(T_{CYCLE_A}) = 0 \\
 &FB_{AR}(T_{CYCLE_A}) = (T_{CYCLE_B} - T_{CYCLE_A})^2 \\
 &FB_{AU}(T_{CYCLE_A}) = 0 \\
 &FB_{AB}(T_{CYCLE_A}) = 0 \\
 &FB_A(T_{CYCLE_A}) = \\
 &\quad FB_{AL}(T_{CYCLE_A}) + FB_{AR}(T_{CYCLE_A}) + FB_{AU}(T_{CYCLE_A}) + FB_{AB}(T_{CYCLE_A})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式55})$$

[0166] [数56]

$$\left. \begin{aligned}
 &FB_{BL}(T_{CYCLE_B}) = (T_{CYCLE_A} - T_{CYCLE_B})^2 \\
 &FB_{BR}(T_{CYCLE_B}) = (T_{CYCLE_C} - T_{CYCLE_B})^2 \\
 &FB_{BU}(T_{CYCLE_B}) = 0 \\
 &FB_{BB}(T_{CYCLE_B}) = 0 \\
 &FB_B(T_{CYCLE_B}) = \\
 &\quad FB_{BL}(T_{CYCLE_B}) + FB_{BR}(T_{CYCLE_B}) + FB_{BU}(T_{CYCLE_B}) + FB_{BB}(T_{CYCLE_B})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式56})$$

[0167] [数57]

$$\left. \begin{aligned}
 &FB_{CL}(T_{CYCLE_C}) = (T_{CYCLE_B} - T_{CYCLE_C})^2 \\
 &FB_{CR}(T_{CYCLE_C}) = 0 \\
 &FB_{CU}(T_{CYCLE_C}) = 0 \\
 &FB_{CB}(T_{CYCLE_C}) = 0 \\
 &FB_C(T_{CYCLE_C}) = \\
 &\quad FB_{CL}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CR}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CU}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CB}(T_{CYCLE_C})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式57})$$

[0168] [数58]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b_{HA}' &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta b_{HA}} \\
 \theta b_{VA}' &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta b_{VA}} \\
 \theta a_{HA}' &= \theta a_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta a_{HA}} \\
 \theta a_{VA}' &= \theta a_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta a_{VA}} \\
 V_{P_CONST_A}' &= V_{P_CONST_A} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial V_{P_CONST_A}} \\
 V_{T_CONST_A}' &= V_{T_CONST_A} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial V_{T_CONST_A}} \\
 T_{SA}' &= T_{SA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial T_{SA}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式58})$$

$$\left. \begin{aligned}
\theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta b_{HB}} \\
\theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta b_{VB}} \\
\theta a'_{HB} &= \theta a_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta a_{HB}} \\
\theta a'_{VB} &= \theta a_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta a_{VB}} \\
V'_{P_CONST_B} &= V_{P_CONST_B} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial V_{P_CONST_B}} \\
V'_{T_CONST_B} &= V_{T_CONST_B} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial V_{T_CONST_B}} \\
T'_{SB} &= T_{SB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial T_{SB}}
\end{aligned} \right\} \dots(\text{式59})$$

[0170] [数60]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta b_{HC}} \\
 \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta b_{VC}} \\
 \theta a'_{HC} &= \theta a_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta a_{HC}} \\
 \theta a'_{VC} &= \theta a_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta a_{VC}} \\
 V'_{P_CONST_C} &= V_{P_CONST_C} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial V_{P_CONST_C}} \\
 V'_{T_CONST_C} &= V_{T_CONST_C} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial V_{T_CONST_C}} \\
 T'_{SC} &= T_{SC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial T_{SC}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式60})$$

また、周期画角調整部A204が、ステップ801からステップ803の処理を繰り返すことにより、撮影周期 T_{CYCLE} を等しくするという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ802およびステップ803の処理は、ステップ801において選択した自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域に対して行われる。

- [0171] このため、各時刻において自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角(および、パン速度 V_{P_CONST} 、チルト速度 V_{T_CONST} 、撮影間隔 T_s 、時刻 T 撮影領域の画角)に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影周期 T_{CYCLE} を等しくするという効果を得ることができる。上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影周期 T_{CYCLE} に変化が生ずる場合としては、
- (1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角(および、パン速度 V_{P_CONST} 、チルト速度 V_{T_CONST} 、撮影間隔 T_s 、時刻 T 撮影領域の画角)が意図的に変更される、
 - (2) カメラ端末が新設される、

(3)各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障するが挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態6および実施の形態7に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が変化する、または、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が送信されたとしても、本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の変化に応じ、各カメラ端末の撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができる。

[0172] なお、本実施の形態では、画角の差および撮影周期 T_{CYCLE} の差を示す関数 $FB()$ を、式48から式50や式55から式57に示すように、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の2乗値としたが、実施の形態1と同様に、関数 $FB()$ を画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の4乗値、6乗値、10乗値などのような差の偶数乗値や、関数 $FB()$ を画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の絶対値としても、これら関数 $FB()$ は画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0において最小値をもつために、ステップ803で行う最急降下法の効果により画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0173] また、実施の形態1と同様に、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差を示す関数 $FB()$ が、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0の時ににおいて最小値ではなく極小値もつ関数 $FB()$ であったとしても、画角または撮影周期 T_{CYCLE} の変化が可能な範囲において、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0の時に最小値となる関数 $FB()$ であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0174] また、本実施の形態では、図32に示すように、周期画角調整部A204が各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに分散して存在しているが、周期画角調整部A204が1つしか存在せず、一つしか存在しない周期画角調整部A204が、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角(および、パン速度 $V_{\text{P,CONST}}$ 、チルト速度 $V_{\text{T,CONST}}$ 、撮影間隔 T_s 、時刻 T 撮影領域の画角)を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0175] また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0176] また、上記実施の形態1では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整する撮影領域調整装置を、本実施の形態では更に、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになるように自動調整される撮影領域調整装置の動作を説明したが、これら自動調整が独立に調整することができない場合には、それぞれ独立に調整できない項目の関数 $FA()$ および関数 $FB()$ を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、式61に示すように、関数 $FA()$ および関数 $FB()$ を線形に加算した関数 $FAB()$ を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。

[0177] [数61]

$$\begin{aligned}
 X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
 &= (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + \\
 &= (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 + \\
 &= (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + \\
 &= (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2 \\
 FB_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= FB_{AH}(\theta b_{HA}) + FB_{AV}(\theta b_{VA}) \\
 FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + FB_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 \theta b_{PA}' &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
 \theta b_{TA}' &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
 \theta b_{HA}' &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
 \theta b_{VA}' &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots(\text{式61})$$

(実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整され、かつ、各カメラ端

末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} ができるだけ小さくなるように自動調整される撮影領域調整装置に関し、図34から図35を用いて説明する。

- [0178] まず始めに、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} ができるだけ小さくなることの利点について説明する。上記実施の形態1で説明した撮影領域調整装置は、各カメラ端末のカメラの撮影領域により所定の撮影対象領域をくまなく覆うことが可能であるが、これだけでは、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} はなるべく小さいとは限らない。カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が大きい場合、同カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画像の更新レートなどは遅くなり、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域内における検出対象の発見までに要する時間が遅くなる。これは、監視用途に本発明の撮影領域調整装置を用いる場合、問題となる。このため、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は、なるべく小さくことが望まれる。
- [0179] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図34は、図26(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部A202、通信部203、周期画角調整部B205から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図34において、カメラ201、調整部A202、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図27に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図と同様である。図34に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図においては、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 θ_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θ_V 、時刻 T カメラ水平画角 θ_H および時刻 T カメラ垂直画角 θ_V は固定値ではなく、これらカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域および時刻 T 撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部B205が追加されている。
- [0180] 構成要素における実施の形態1と本実施の形態の差異はこの点だけであり、撮影領域調整装置の構成は図26(a)、撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置は図26(b)、操作端末102の構成は図28と同様である。
- [0181] 周期画角調整部B205が追加されたことにより、本実施の形態では、調整部A202

と周期画角調整部B205とによって、実施の形態1の調整に加えて、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の撮影周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の位置および撮影周期が調整される。

[0182] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。本実施の形態は実施の形態1に対し、周期画角調整部B205が追加されただけであり、同周期画角調整部B205が周期撮影制御部215に周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V 、時刻Tカメラ水平画角 Θa_H および時刻Tカメラ垂直画角 Θa_V を送っているので、実施の形態1に記載したすべて効果を有することは言うまでもない。つまり、各カメラ端末のカメラの撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの撮影領域が自動調整される。

[0183] 周期画角調整部B205は、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報をもとに、図35に示す以下のステップの処理を行う。

[0184] まずステップ1001において、周期 T_{CYCLE} カメラ画角が0に近づくような自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を算出する。この算出方法を以下に説明する。まず、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の大きさを示す量として関数 $FC()$ を定める。本実施の形態では、式62に示すものを同関数とする。式62はそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに対するものであり、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H と周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V の積を、それぞれの大きさを示す量としている。つぎに、式63に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を算出する。式63において、 $\Theta b'_{HA}$ 、 $\Theta b'_{VA}$ 、 $\Theta b'_{HB}$ 、 $\Theta b'_{VB}$ 、 $\Theta b'_{HC}$ 、 $\Theta b'_{VC}$ はそれぞれ、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aから周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を示し、 α は定数である。

[0185] つぎにステップ1002において、ステップ1001において算出した周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻Tカメラ画角以下かどうか、つまり、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角の更新値 $\Theta b'_H$ が時刻Tカメラ水平画角 Θa_H 以下(垂直画角に対しては、周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角の更新値 $\Theta b'_V$ が時刻Tカメラ垂直画角 Θa_V 以下)かどうかを判断する。

[0186] [数62]

$$\left. \begin{aligned} FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= \theta b_{HA} \times \theta b_{VA} \\ FC_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB}) &= \theta b_{HB} \times \theta b_{VB} \\ FC_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC}) &= \theta b_{HC} \times \theta b_{VC} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式62})$$

[0187] [数63]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\ \theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}} \\ \theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FC_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{HB}} \\ \theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FC_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}} \\ \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FC_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{HC}} \\ \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FC_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式63})$$

もし、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻 T カメラ画角以下でなければ、ステップ1003において、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を周期 T_{CYCLE} カメラ画角とし、同周期 T_{CYCLE} カメラ画角にそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の周期 T_{CYCLE} 画角を調整する。

[0188] また、もし周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻 T カメラ画角以下であれば、周期 T_{CYCLE} カメラ画角は時刻 T カメラ画角以下に調整できないため、ステップ1004において、時刻 T カメラ画角が0に近づくように自カメラ端末の時刻 T カメラ画角の更新値を算出する。この算出方法を以下に説明する。まず、時刻 T カメラ画角の大きさを示す量として関数 $FD()$ を定める。本実施の形態では、式64に示すものを同関数とする。

式64はそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに対するものであり、時刻Tカメラ水平画角 θa_H と時刻Tカメラ垂直画角 θa_V の積を、それぞれの大きさを示す量としている。つぎに、式65に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の時刻Tカメラ画角の更新値を算出する。式65において、 $\theta a'_{HA}$ 、 $\theta a'_{VA}$ 、 $\theta a'_{HB}$ 、 $\theta a'_{VB}$ 、 $\theta a'_{HC}$ 、 $\theta a'_{VC}$ はそれぞれ、各カメラ端末の周期TA_{撮影領域120A}から周期TC_{撮影領域120C}の時刻Tカメラ画角の更新値を示し、 α は定数である。

[0189] [数64]

$$\left. \begin{aligned} FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA}) &= \theta a_{HA} \times \theta a_{VA} \\ FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB}) &= \theta a_{HB} \times \theta a_{VB} \\ FD_C(\theta a_{HC}, \theta a_{VC}) &= \theta a_{HC} \times \theta a_{VC} \end{aligned} \right\} \dots (式64)$$

[0190] [数65]

$$\left. \begin{aligned} \theta a'_{HA} &= \theta a_{HA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA})}{\partial \theta a_{HA}} \\ \theta a'_{VA} &= \theta a_{VA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA})}{\partial \theta a_{VA}} \\ \theta a'_{HB} &= \theta a_{HB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB})}{\partial \theta a_{HB}} \\ \theta a'_{VB} &= \theta a_{VB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB})}{\partial \theta a_{VB}} \\ \theta a'_{HC} &= \theta a_{HC} - \alpha \frac{\partial FD_C(\theta a_{HC}, \theta a_{VC})}{\partial \theta a_{HC}} \\ \theta a'_{VC} &= \theta a_{VC} - \alpha \frac{\partial FD_C(\theta a_{HC}, \theta a_{VC})}{\partial \theta a_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots (式65)$$

つぎにステップ1005において、ステップ1004において、時刻Tカメラ画角の更新

値を時刻 T カメラ画角とし、同時刻 T カメラ画角にそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の時刻 T カメラ画角を調整する。

[0191] 周期画角調整部B205はステップ1001からステップ1005の処理を順次行い、ステップ1003またはステップ1005の処理の処理終了後にステップ1001の処理に戻る。そして、周期画角調整部B205では、絶えずステップ1001からステップ1005の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 $\Theta b'_H$ および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 $\Theta b'_V$ または時刻 T カメラ水平画角 $\Theta a'_H$ および時刻 T カメラ垂直画角 $\Theta a'_V$ の更新値を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整する。

[0192] 本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ1001またはステップ1004において、画角を0に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角にカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整するため、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域である周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cの画角は、ステップ1001からステップ1005の処理を繰り返すことにより、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が小さくなる。各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cにおいて、それぞれの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が小さくなるのであれば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の説明によれば、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの撮影周期 T_{CYCLE} は小さくなる。よって、実施の形態1の調整に加えて、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の撮影周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の位置および撮影周期が調整される。

[0193] また、周期画角調整部B205が、ステップ1001からステップ1005の処理を繰り返すことにより、撮影周期 T_{CYCLE} を小さくするという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ1001からステップ1005の処理には、他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域に関する情報は一切用いていない。このため、各時刻において他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域に変化が生じたとしても、その変化は一切関係せず、撮影周期 T_{CYCLE} を

小さくするという効果を得ることができる。

[0194] なお、本実施の形態では、関数 $FC()$ および関数 $FD()$ をそれぞれ、式62および数57に示すように、水平画角と垂直画角の積としたが、関数 $FC()$ および関数 $FD()$ をそれぞれ、水平画角と垂直画角の積の N 乗値(N は正の実数)としても、これら関数 $FC()$ および関数 $FD()$ は画角の大きさが0において最小値をもつために、ステップ1001およびステップ1004で行う最急降下法の効果により画角の大きさが0に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0195] また、実施の形態1と同様に、画角の大きさを示す関数 $FC()$ および関数 $FD()$ が、画角の大きさが0の時ににおいて最小値ではなく極小値もつ関数 $FC()$ および関数 $FD()$ であったとしても、画角の変化が可能な範囲において、画角の大きさが0の時に最小値となる関数 $FC()$ および関数 $FD()$ であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

また、本実施の形態では、図34に示すように、周期画角調整部B205が各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに分散して存在しているが、周期画角調整部B205が1つしか存在せず、一つしか存在しない周期画角調整部B205が、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0196] また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0197] また、上記実施の形態1では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整する撮影領域調整装置を、本実施の形態では更に、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が小さくなるよう自動調整される撮影領域調整装置の動作を説明したが、これら自動調整が独立に調整することができない場合には、それぞれ独立に調整できない項目の関数 $FA()$ および関数 $FC()$ を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、式66に示すように、関数 $FA()$ および関数 $FC()$ を線形に加算した関数 $FAC()$ を定義し、同関数に対し最

急降下法を用いればよい。

[0198] [数66]

$$\begin{aligned}
 X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 F A_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= F A_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
 &= (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + \\
 &+ (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 + \\
 &+ (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + \\
 &+ (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2 \\
 F C_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= \theta b_{HA} \times \theta b_{VA} \\
 F A C_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= F A_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + F C_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 \theta b_{PA}' &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial F A C_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
 \theta b_{TA}' &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial F A C_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
 \theta b_{HA}' &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial F A C_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
 \theta b_{VA}' &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial F A C_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots(\text{式66})$$

また、本実施の形態では、図35に示すフローチャートの処理により、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が時刻T撮影領域の画角以下となる処理を行っている。上記実施の形態1および実施の形態2および実施の形態4において、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を時刻T撮影領域の画角以下にする必要があるのであれば、図35に示すフローチャートの処理を盛り込むことにより、それを実現することは可能である。

[0199] (実施の形態4)

つぎに、本発明の実施の形態4について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整され、さらに、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比が所定のアスペクト比に自動調整されることにより、所定の撮影対象領域を効率良く撮影する撮影領域調整装置に関し、図29から図32を用いて説明する。なお、本実施の形態では、所定のアス

ペクト比を時刻T撮影領域のアスペクト比とする。

[0200] まず始めに、アスペクト比について説明する。本実施の形態における撮影領域のアスペクト比とは、時刻T撮影領域または周期 T_{CYCLE} 撮影領域の縦横比であり、これは一般的に言われるアスペクト比と同じである。そして、図12(a)および図12(b)によれば、このアスペクト比はカメラの水平画角と垂直画角の比としても表現できる。そこで、本実施の形態4では、周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比を周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{H} /周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{V} 、時刻T撮影領域のアスペクト比を時刻Tカメラ水平画角 Θ_{H} /時刻Tカメラ垂直画角 Θ_{V} と表現する。

[0201] つぎに、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比が時刻T撮影領域のアスペクト比に自動調整されることにより、所定の撮影対象領域を効率良く撮影されることについて、図36および図37を用い、いくつかの例を挙げて説明する。なお、効率の良い撮影とは、同じ仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の撮影をするのにカメラの動きが少なく済むこと、あるいは、隣接する仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)との重なり領域が小さくて済むことを意味する。

[0202] 図36(a)および図36(b)、図37(a)および図37(b)は、実施の形態1で説明した動作により、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整された例を示すものである。これら図において、カメラ端末101B、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120A、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120C、撮影対象領域121は実施の形態1の図26(a)と同様である。また、時刻T撮影領域2701、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{H} 2702、時刻Tカメラ垂直画角 Θ_{V} 2703、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{H} 2704、周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{V} 2705は、図12(a)および(b)における、時刻T撮影領域5202、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{H} 5204、時刻Tカメラ垂直画角 Θ_{V} 5205、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{H} 5212、周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{V} 5213と同様であり、これらはすべてカメラ端末101Bに対するものである。

[0203] まず第1の例について図36を用いて説明する。図36(a)は、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{\text{H}} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{H} 、時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{\text{V}} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ

ラ垂直画角 Θ_{b_v} と、水平垂直方向共、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの画角がカメラ端末101Bの時刻T撮影領域の画角以下となっている例を示している。また、図36(b)は、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} < \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ水平画角 Θ_{b_H} 、時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_v} \geq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ垂直画角 Θ_{b_v} と、水平方向に関して周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの画角がカメラ端末101Bの時刻T撮影領域の画角以下となっていない例を示している。前記した周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法によれば、図36(a)に示す例では、カメラ端末101Bの時刻T撮影領域は周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B全域を一度に撮影することができ(周期 $T_{\text{CYCLE}} = 0$)、その結果、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B全域を常時撮影できている状態となる。しかし、図36(a)に示す例では、カメラ端末101Bの時刻T撮影領域は周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B全域を一度に撮影できず(周期 $T_{\text{CYCLE}} \neq 0$)、その結果、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B全域を常時撮影できていない状態となる。できうることならば、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整結果は、図36(b)に示す例より図36(a)に示す例のような常時撮影できる方が、監視に用いられる装置としては理想的であり、撮影効率が良いと言える。図36(a)に示す例は図36(b)に示す例に対し、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} / \text{時刻} T \text{カメラ垂直画角} \Theta_{a_v} \neq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ水平画角 $\Theta_{b_H} / \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ垂直画角 Θ_{b_v} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 $\neq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ 撮影領域アスペクト比、図36(b)に示す例は図36(a)に示す例に対し、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} / \text{時刻} T \text{カメラ垂直画角} \Theta_{a_v} \neq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ水平画角 $\Theta_{b_H} / \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ垂直画角 Θ_{b_v} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 $\neq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ 撮影領域アスペクト比である例でもある。これらのことから、周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比は時刻T撮影領域のアスペクト比とほぼ同じである方が、撮影効率が良いと言える。

[0204] つぎに第2の例について図37を用いて説明する。図37(a)では、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} > \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ水平画角 Θ_{b_H} 、時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_v} \geq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ垂直画角 Θ_{b_v} 、図37(d)では、時刻Tカメラ水平画角 $\Theta_{a_H} \geq \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ水平画角 Θ_{b_H} 、時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_v} > \text{周期} T_{\text{CYCLE}}$ カメラ垂直画角 Θ_{b_v} と、両例共、水平垂直方向共、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの画角がカメラ端末101Bの時刻T

撮影領域の画角以下となっている。このため同両例では、周期 T_{CYCLE} 撮影領域12OB全域を常時撮影できている状態となっており、この点では撮影効率が良い。しかしながら、かつ、図37(a)は、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{a_H} /時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_V} >$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} /周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 $>$ 周期 T_{CYCLE} 撮影領域アスペクト比となっている例を、逆に、図37(b)は、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{a_H} /時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_V} <$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} /周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 $<$ 周期 T_{CYCLE} 撮影領域アスペクト比となっている例を示している。このため、前記した周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法によれば、両例共、図37(a)および(b)に示すように、カメラ端末101Bの時刻T撮影領域は周期 T_{CYCLE} 撮影領域12OBを撮影する上で、水平または垂直方向に関し、カメラ端末101Aおよびカメラ端末101Cが撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの領域まで撮影してしまう。周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの領域は、それぞれカメラ端末101Aおよびカメラ端末101Cが撮影する領域である。このため、カメラ端末101Bは無駄に重複してこれら領域までを撮影してしまっている。できうことならば、図36(a)に示す例のような、カメラ端末101Bは周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bだけの領域を撮影する方が、以上の領域よりもより狭い領域を撮影することになり、その結果、同領域撮影時の解像度を高めたより詳細な画像を取得することになり、撮影効率が良いと言える。図37(a)および図37(b)に示す例は図36(a)に示す例に対し、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{a_H} /時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_V} \neq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} /周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 \neq 周期 T_{CYCLE} 撮影領域アスペクト比、図36(a)に示す例は図37(a)および図37(b)に示す例に対し、時刻Tカメラ水平画角 Θ_{a_H} /時刻Tカメラ垂直画角 $\Theta_{a_V} \neq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} /周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} 、つまり、時刻T撮影領域アスペクト比 \neq 周期 T_{CYCLE} 撮影領域アスペクト比である例でもある。これらのことから、周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比は時刻T撮影領域のアスペクト比とほぼ同じである方が、撮影効率が良いと言える。

[0205] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する

。図38は、図26(a)における各カメラ端末101A～101Cに相当する本実施の形態におけるカメラ201の構成を示すブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部C208、通信部203から構成されている。カメラ201はレンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図38において、カメラ201、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図27に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図と同様である。図38に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図においては、実施の形態1では調整部A202であったものが調整部C208に変更されている。

[0206] この調整部C208は、実施の形態1の調整に加えて、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)のアスペクト比が所定の目標量となるように、自カメラ端末の仮想撮影領域(本実施の形態では周期 T_{CYCLE} 撮影領域)の位置およびアスペクト比を調整する処理部である。

[0207] 構成要素における実施の形態1と本実施の形態の差異はこの点だけであり、撮影領域調整装置の構成は図26(a)、撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置は図26(b)、操作端末102の構成は図28と同様である。図26(b)において、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aの横(X軸110)方向の大きさは $X_{\text{AR}} - X_{\text{AL}}$ 、縦(Y軸111)方向の大きさは $Y_{\text{AB}} - Y_{\text{AU}}$ であり、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aのアスペクト比は $(X_{\text{AR}} - X_{\text{AL}}) / (Y_{\text{AB}} - Y_{\text{AU}})$ である。周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bの横方向の大きさは $X_{\text{BR}} - X_{\text{BL}}$ 、縦方向の大きさは $Y_{\text{BB}} - Y_{\text{BU}}$ であり、アスペクト比は $(X_{\text{BR}} - X_{\text{BL}}) / (Y_{\text{BB}} - Y_{\text{BU}})$ である。周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cの横方向の大きさは $X_{\text{CR}} - X_{\text{CL}}$ 、縦方向の大きさは $Y_{\text{CB}} - Y_{\text{CU}}$ であり、アスペクト比は $(X_{\text{CR}} - X_{\text{CL}}) / (Y_{\text{CB}} - Y_{\text{CU}})$ である。また、周期 TA_{CYCLE} 撮影領域120Aのアスペクト比は $\theta_{\text{HA}} / \theta_{\text{VA}}$ 、周期 TB_{CYCLE} 撮影領域120Bのアスペクト比は $\theta_{\text{HB}} / \theta_{\text{VB}}$ 、周期 TC_{CYCLE} 撮影領域120Cのアスペクト比は $\theta_{\text{HC}} / \theta_{\text{VC}}$ でもある。

[0208] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。本実施の形態は実施の形態1では調整部A202であったものが調整部C208に変更されたた

けであるので、この調整部C208の動作のみ以下に説明する。

- [0209] 調整部C208は調整部A202と同様に、周期撮影制御部215から送られたカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を通信部203およびネットワーク103を介して、周期的に他カメラ端末の調整部C208に送信する。また、調整部C208はこれもは調整部A202と同様に、他カメラ端末の調整部C208から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を受信する。このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、調整部C208は実施の形態1と同様、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報を周期的に取得する。
- [0210] 更に、調整部C208は取得した上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報(撮影対象外領域122の位置情報でもある)をもとに、実施の形態1と同様に図39に示すステップの処理を行う。
- [0211] まずステップ3001において、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を示す情報より、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象外領域122を選択する。このステップの処理は実施の形態1(図29のステップ401)と同様である。
- [0212] つぎにステップ3002において、ステップ3001で選択した撮影領域と自カメラ端末の撮影領域が重複した領域である重複領域の大きさを示す量を算出する。このステップの処理も実施の形態1(図29のステップ402)と同様である。
- [0213] つぎにステップ3003において、ステップ3002で算出した重複領域の大きさを示す量を、一定の量 C_{OVERLAP} に近づくように自カメラ端末の撮影領域の位置を調整し、かつ、撮影領域のアスペクト比が一定量 C_{ASPECT} に近づくように自カメラ端末の撮影領域のアスペクト比を調整する。この調整方法を以下に説明する。重複領域の大きさを示す量と0以上の一定量 C_{OVERLAP} との差を示す量として、実施の形態1と同様の式67から式69に示す関数 $FA()$ を定める。また、撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差を示す量として関数 $FE()$ を定める。本実施の形態では、式70に示すものを同関数とする。そして、これら関数 $FA()$ および関数 $FE()$ の線形和である式71に示す関数 $FX()$ を定める。式71において、 β_A および β_B は定数である。

[0214] [数67]

$$\begin{aligned}
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_{AL}(X_{AL}) + FA_{AR}(X_{AR}) + FA_{AU}(Y_{AU}) + FA_{AB}(Y_{AB}) \\
X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
&\quad (X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2
\end{aligned}
\quad \dots(\text{式67})$$

[0215] [数68]

$$\begin{aligned}
FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) &= FA_{BL}(X_{BL}) + FA_{BR}(X_{BR}) + FA_{BU}(Y_{BU}) + FA_{BB}(Y_{BB}) \\
X_{BL} &= G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\
X_{BR} &= G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\
Y_{BU} &= G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\
Y_{BB} &= G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\
FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) &= FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) = \\
&\quad (X_{AR} - G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) - X_{CL} - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (Y_{TU} - G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2
\end{aligned}
\quad \dots(\text{式68})$$

[0216] [数69]

$$\begin{aligned}
FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) &= FA_{CL}(X_{CL}) + FA_{CR}(X_{CR}) + FA_{CU}(Y_{CU}) + FA_{CB}(Y_{CB}) \\
X_{CL} &= G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) \\
X_{CR} &= G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) \\
Y_{CU} &= G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) \\
Y_{CB} &= G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) \\
FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) &= FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) = \\
&\quad (X_{BR} - G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) - X_{TR} - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (Y_{TU} - G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) - C_{OVERLAP})^2 + \\
&\quad (G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) - Y_{TB} - C_{OVERLAP})^2
\end{aligned}
\quad \dots(\text{式69})$$

[0217] [数70]

$$\left. \begin{aligned} FE_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= \left(\frac{\theta b_{HA}}{\theta b_{VA}} - C_{ASPECT} \right)^2 \\ FE_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB}) &= \left(\frac{\theta b_{HB}}{\theta b_{VB}} - C_{ASPECT} \right)^2 \\ FE_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC}) &= \left(\frac{\theta b_{HC}}{\theta b_{VC}} - C_{ASPECT} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式70})$$

[0218] [数71]

$$\left. \begin{aligned} FX_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= \\ \beta_A \times FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + \beta_B \times FE_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\ FX_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) &= \\ \beta_A \times FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) + \beta_B \times FE_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\ FX_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) &= \\ \beta_A \times FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) + \beta_B \times FE_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC}) \end{aligned} \right\} \dots(\text{式71})$$

つぎに、式72から式74に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次回の撮影領域位置を算出する。

[0219] [数72]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{PA} &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FX_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \\ \theta b'_{TA} &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FX_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\ \theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FX_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\ \theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FX_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式72})$$

[0220] [数73]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{PB} &= \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FX_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{PB}} \\ \theta b'_{TB} &= \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FX_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{TB}} \\ \theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FX_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{HB}} \\ \theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FX_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式73})$$

[0221] [数74]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{PC} &= \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FX_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{PC}} \\ \theta b'_{TC} &= \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FX_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{TC}} \\ \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FX_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{HC}} \\ \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FX_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式74})$$

調整部C208はステップ3001、ステップ3002、ステップ3003の処理を順次行い、ステップ3003の処理終了後にステップ3001の処理に戻る。そして、調整部C208では、絶えずステップ3001からステップ3003の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラパン角 $\theta b'_{PA}$ （または $\theta b'_{PB}$ または $\theta b'_{PC}$ ）、および、周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 $\theta b'_{TA}$ （または $\theta b'_{TB}$ または $\theta b'_{TC}$ ）、および、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 $\theta b'_{HA}$ （または $\theta b'_{HB}$ または $\theta b'_{HC}$ ）、および、周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 $\theta b'_{VA}$ （または $\theta b'_{VB}$ または $\theta b'_{VC}$ ）の更新値を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置を調整する。

[0222] 本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ3

003において重複領域の大きさを示す量を0以上の一定量 C_{OVERLAP} に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置にカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を調整するため、各カメラ端末101A～101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域である周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cおよび撮影対象外領域122はお互い、ステップ3001からステップ3003の処理を繰り返すことにより、0以上の一定量 C_{OVERLAP} の大きさを重複することになる。図26に示すように、撮影対象外領域122を含め、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域がそれぞれ0以上の一定量 C_{OVERLAP} の大きさを重複すれば、撮影対象領域121は各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の和した領域に包括されるので、本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末101A～101Cを用いて撮影対象領域121を死角なく撮影することができる。

[0223] また、ステップ3003において撮影領域のアスペクト比を一定量 C_{ASPECT} に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置にカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比を調整するため、各カメラ端末101A～101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域である周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bおよび周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cのアスペクト比は一定量 C_{ASPECT} に調整される。一定量 C_{ASPECT} を各カメラ端末120A～120Cの時刻 T 撮影領域のアスペクト比とすれば、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比は時刻 T 撮影領域のアスペクト比に調整されるため、前記したように、本発明の撮影領域調整装置は所定の撮影対象領域である撮影対象領域121を効率良く撮影することができる。

[0224] また、調整部C208が、ステップ3001からステップ3003の処理を繰り返すことにより、撮影対象領域121を死角なく、かつ、効率良く撮影するという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ3002およびステップ3003の処理は、ステップ3001において選択した自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域および撮影対象外領域122に対して行われる。

[0225] このため、実施の形態1と同様に、各時刻において自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影

領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または撮影対象外領域122の位置(撮影対象領域121の位置でもある)に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ることができる。上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象領域121の位置に変化が生ずる場合としては、

- (1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が意図的に変更される、
- (2) カメラ端末が新設される、
- (3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する、
- (4) 操作端末から送信する撮影対象領域の位置が変更される、

が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態6および実施の形態7に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置や操作端末が送信する撮影対象領域位置が変化する、または、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置が送信されたとしても、本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置または撮影対象領域位置の変化に応じ、各カメラ端末を用いて撮影対象領域を死角なく撮影することができる。

[0226] なお、本実施の形態では、撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差を示す量として関数 $FE()$ を、式70に示すように、撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差の2乗値としたが、実施の形態1の関数 $FA()$ と同様に、関数 $FE()$ を撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差の4乗値、6乗値、10乗値などのような差の偶数乗値や、関数 $FE()$ を撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差の絶対値としても、これら関数 $FE()$ は撮影領域のアスペクト比が C_{ASPECT} の時ににおいて最小値をもつために、ステップ3004で行う最急降下法の効果により撮影領域のアスペクト比が一定量 C_{ASPECT} に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0227] また、実施の形態1の関数 $FA()$ と同様に、撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差を示す関数 $FE()$ が、撮影領域のアスペクト比が C_{ASPECT} の時ににおいて最小値ではなく極小値もつ関数 $FE()$ であったとしても、撮影領域のアスペクト比の変化が可能な範囲において撮影領域のアスペクト比が C_{ASPECT} の時に最小値となる関数 $FE()$ であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0228] また、本実施の形態では、図38に示すように、調整部C208が各カメラ端末101A

からカメラ端末101Cに分散して存在しているが、調整部C208が1つしか存在せず、一つしか存在しない調整部C208が、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置およびアスペクト比を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0229] また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0230] また、本実施の形態では、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が撮影対象領域121をくまなく覆うような各カメラ端末120A～120Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置調整に利用される重複領域の大きさを示す量と0以上の一定量 C_{OVERLAP} との差を示す関数 $FA()$ 、および、撮影対象領域121を効率良く撮影するように各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比を調整に利用される撮影領域のアスペクト比と一定量 C_{ASPECT} との差を示す関数 $FE()$ を、式71に示すように線形和し、式72から式74に示すようにそれを最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次の撮影領域位置を算出し調整している。関数 $FA()$ および関数 $FE()$ を線形和した関数 $FX()$ は、重複領域の大きさを示す量が C_{OVERLAP} 、かつ、撮影領域のアスペクト比が C_{ASPECT} である時に極小値とはなるが、最小値とならない可能性はある。このような場合、以下のような手法を行うことで、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が撮影対象領域121をくまなく覆うように各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整され、さらに、可能な限り、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比が所定のアスペクト比に自動調整されることにより、撮影対象領域121を効率良く撮影することができる。

[0231] 各カメラ端末120A～120Cにおいて、自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象外領域122と重複した領域がない、または、重複した領域の大きさが C_{ASPECT} 以下の場合(これは調整部C208に送受信される各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域および撮影対象領域121の位置情報により調整部C208にて判定が可能である)は、例えば式71に示す β_A を1、 β_B を0とする。これにより、

関数 $FX()$ は関数 $FA()$ のみの関数となり、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が撮影対象領域121をくまなく覆うように各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整される。また、各カメラ端末120A～120Cでは、自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域または撮影対象外領域122と重複した領域がある、または、重複した領域の大きさが C_{ASPECT} 以上の場合、これは既に各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が撮影対象領域121をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置が自動調整された場合であるので、例えば式71に示す β_A を1、 β_B を1とする。これにより、関数 $FX()$ は関数 $FA()$ と関数 $FE()$ の線形和となり、さらに、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比が所定のアスペクト比に自動調整されることにより、撮影対象領域121を効率良く撮影する。

- [0232] また、各カメラ端末120A～120Cのカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域のアスペクト比が時刻 T 撮影領域のアスペクト比に自動調整されることにより、所定の撮影対象領域を効率良く撮影されることについて、図36および図37を用いて説明した。これら図36および図37に示す例によれば、時刻 T カメラ水平画角 $\theta_{a_H} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 θ_{b_H} 、時刻 T カメラ垂直画角 $\theta_{a_V} \geq$ 周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θ_{b_V} となることも、撮影対象領域121を効率良く撮影するための条件となる。そこで、式75に示すような撮影領域の画角の大きさを示す量として関数 $FH()$ を定め、式71を式76に、式72～式74を式77～式79に変更することにより、さらに以上の条件も満たし、撮影対象領域121を効率良く撮影するように、本発明の撮影領域調整装置は各カメラ端末120A～120Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を調整できることは言うまでもない。

- [0233] [数75]

$$\left. \begin{aligned} FH_A(\theta_{b_{HA}}, \theta_{b_{VA}}) &= \theta_{b_{HA}} \times \theta_{b_{VA}} \\ FH_B(\theta_{b_{HB}}, \theta_{b_{VB}}) &= \theta_{b_{HB}} \times \theta_{b_{VB}} \\ FH_C(\theta_{b_{HC}}, \theta_{b_{VC}}) &= \theta_{b_{HC}} \times \theta_{b_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式75})$$

- [0234] [数76]

$$\left. \begin{aligned}
 & FY_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
 & \quad \beta_A \times FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + \beta_B \times FE_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + \beta_C \times FH_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 & FY_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) = \\
 & \quad \beta_A \times FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB}) + \beta_B \times FE_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB}) + \beta_C \times FH_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB}) \\
 & FY_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) = \\
 & \quad \beta_A \times FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC}) + \beta_B \times FE_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC}) + \beta_C \times FH_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC})
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式76})$$

[0235] [数77]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{PA} &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FY_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
 \theta b'_{TA} &= \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FY_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
 \theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FY_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \\
 \theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FY_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式77})$$

[0236] [数78]

$$\left. \begin{aligned}
 \theta b'_{PB} &= \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FY_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{PB}} \\
 \theta b'_{TB} &= \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FY_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{TB}} \\
 \theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FY_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{HB}} \\
 \theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FY_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}, \theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}}
 \end{aligned} \right\} \dots(\text{式78})$$

[0237] [数79]

$$\left. \begin{aligned} \theta b'_{PC} &= \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FY_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{PC}} \\ \theta b'_{TC} &= \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FY_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{TC}} \\ \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FY_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{HC}} \\ \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FY_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}, \theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}} \end{aligned} \right\} \dots(\text{式79})$$

また、本実施の形態では、説明を簡単にするために、撮影領域のアスペクト比はカメラの水平画角と垂直画角の比としても表現できるとした。しかし、定義どおり、撮影領域のアスペクト比は撮影領域の縦横比であるとすれば、前記カメラの撮影領域位置および視点で説明した式8～式11より、時刻T撮影領域のアスペクト比は式80によって示される。

[0238] [数80]

$$\begin{aligned} & \frac{\text{時刻}T\text{撮影領域水平方向の大きさ}}{\text{時刻}T\text{撮影領域垂直方向の大きさ}} \\ &= \frac{X_{PW0} - X_{PW1}}{Y_{PW2} - Y_{PW0}} \\ &= \frac{Z_{D2}(X_{D0}Z_{D1} - X_{D1}Z_{D0})}{Z_{D1}(Y_{D2}Z_{D0} - Y_{D0}Z_{D2})} \\ &= FZ(R_{00}, R_{01}, R_{02}, R_{10}, \dots, R_{22}, M_{00}, M_{01}, M_{02}, M_{10}, \dots, M_{22}) \\ &= FZ(\Theta_P, \Theta_T, \Theta_R, M_{00}, M_{01}, M_{02}, M_{10}, \dots, M_{22}) \quad \dots(\text{式80}) \end{aligned}$$

式80に示すように、時刻T撮影領域のアスペクト比はカメラの姿勢基準点を示すM₀₀からM₂₂、および、カメラの姿勢基準点からの姿勢変位を示す回転角度 Θ_P 、 Θ_T 、 Θ_R の関数である。このように、周期T_{CYCLE}撮影領域のアスペクト比は姿勢基準およびそれからの変位である回転角度、つまり、本発明の撮影領域調整装置により刻々調整

される時刻Tカメラのパン角 Θ_{a_p} 、時刻Tカメラのチルト角 Θ_{a_t} 、時刻Tカメラのロール角 Θ_{a_r} によって変化する。そこで、調整部C208で繰り返し行われるステップ3003の処理において、アスペクト比調整の目標値でもある式70に示す C_{ASPECT} は、カメラの姿勢基準点および現在の時刻Tカメラのパン角 Θ_{a_p} 、時刻Tカメラのチルト角 Θ_{a_t} 、時刻Tカメラのロール角 Θ_{a_r} から式80をもとに算出した値とすれば、正確なアスペクト比をもとに本発明の撮影領域調整装置は各カメラ端末120A～120Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を調整できることは言うまでもない。つまり、アスペクト比の目標値は、撮影領域の位置およびカメラの設置位置によって決定される撮影領域のアスペクト比であることが好ましい。

[0239] (実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5について説明する。本実施の形態では、領域分割の手法を用いることにより、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整される撮影領域調整装置に関し、図40から図43を用いて説明する。

[0240] まず、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図40は、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成を示すブロック図である。この撮影領域調整装置は、カメラ端末101A～カメラ端末101C、操作端末102及びネットワーク103から構成される。図40において、カメラ端末101Aからカメラ端末101C、操作端末102、ネットワーク103は実施の形態1と同様である。さらに、図40において、X 軸110、Y 軸111、Z 軸112、実空間面113、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120A、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120B、周期 T_{CYCLE} 撮影領域120C、撮影対象領域121に関しても実施の形態1と同様である。実空間面113上において、140Aはカメラ端末101Aが周期 T_{CYCLE} に周期的に撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aの視点である視点A、140Bはカメラ端末101Bが周期 T_{CYCLE} に周期的に撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの視点である視点B、140Cはカメラ端末101Cが周期 T_{CYCLE} に周期的に撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの視点である視点Cである。

[0241] 図41(a)～(c)は、図40に示した本実施の形態における撮影領域調整装置の実空間面113上における、各周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点などを詳細に示す図である。

図41(a)において、 X_w 軸110、 Y_w 軸111、視点A140A、視点B140B、視点C140C、撮影対象領域121は、図40と同様である。150は視点A140Aと視点B140Bを結ぶ線の垂直二等分線である線AB、151は視点B140Bと視点C140Cを結ぶ線の垂直二等分線である線BC、152は視点A140Aと視点C140Cを結ぶ線の垂直二等分線である線AC、150Aは線AB150および線AC152によって撮影対象領域121を分割した領域である領域A、150Bは線AB150および線BC151によって撮影対象領域121を分割した領域である領域B、150Cは線BC151および線AC152によって撮影対象領域121を分割した領域である領域Cである。

[0242] 図42は、図26(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部B206、通信部203、周期画角調整部C207から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図42において、カメラ201、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図27に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図と同様である。図42に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成を示すブロック図においては、実施の形態1では調整部A202であったものが調整部B206となり、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V は固定値ではなく、これらカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部C207が追加されている。なお、操作端末102の構成は図28と同様である。

[0243] つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。調整部B206は、周期撮影制御部215から送られたカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置情報を通信部203およびネットワークを介して、周期的に他カメラ端末の調整部B206に送信する。また、調整部B206は、他カメラ端末の調整部B206から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置情報を受信する。更に、操作端末102の通信部203は撮影対象領域121の位置情報を、ネットワーク103を介して、各カメラ端末101A～101Cの調整部B206に周期的に送

信する。

[0244] このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、調整部B206は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置情報および撮影対象領域121の位置情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各調整部B206は、カメラ端末101Aの周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aの視点である視点A140Aの位置、カメラ端末101Bの周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの視点である視点B140Bの位置、カメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの視点である視点C140Cの位置、撮影対象領域121の位置である X_{TL} 131TL、 X_{TR} 131TR、 Y_{TC} 131TUおよび Y_{TB} 131TBを通信部203およびネットワーク103を介して周期的に取得する。

[0245] 更に、調整部B206は取得した上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置および撮影対象領域121の位置情報をもとに、図43に示す以下のステップの処理を行う。

[0246] まずステップ1301において、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置情報、および撮影対象領域121の位置情報をもとに、撮影対象領域121を領域分割する。領域分割の手法については、すでに(領域分割)において説明したので省略するが、この領域分割により撮影対象領域121は、図41(a)～(c)に示すように、カメラ端末101Aが担当する領域A150A、カメラ端末101Bが担当する領域B150B、カメラ端末101Cが担当する領域C150Cに分割される。つぎにステップ1302において、カメラ端末101Aの調整部B206なら、視点A140Aから同カメラ端末が担当する領域A150Aの各辺までの距離(図41(a)における L_{A1} から L_{A4})、カメラ端末101Bの調整部B206なら、視点B140Bから同カメラ端末が担当する領域B150Bの各辺までの距離(図41(b)における L_{B1} から L_{B4})、カメラ端末101Cの調整部B206なら、視点C140Cから同カメラ端末が担当する領域C150Cの各辺までの距離(図41(c)における L_{C1} から L_{C5})を等しくするように各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を調整する。

[0247] この調整方法を以下に説明する。まず、各辺までの距離が等しくなる時に最小値となる関数 $FK()$ を定める。本実施の形態では式81に示すものを同関数とする。式81に示すそれぞれの式は、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに対するものであり、

各辺までの距離と各辺までの距離の平均値との差の2乗値の総和であり、各辺までの距離が等しくなる時に最小値となる。

[0248] [数81]

$$\left. \begin{aligned} FK_A(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) &= \sum_{i=1}^n \left(L_{Ai} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Aj}}{n} \right)^2 \\ FK_B(L_{B1}, L_{B2}, \dots, L_{Bn}) &= \sum_{i=1}^n \left(L_{Bi} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Bj}}{n} \right)^2 \\ FK_C(L_{C1}, L_{C2}, \dots, L_{Cn}) &= \sum_{i=1}^n \left(L_{Ci} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Cj}}{n} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots (\text{式81})$$

つぎに、式82に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、次回の自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を算出する。式82において、 $\Theta_{b_{PA}}$ および $\Theta_{b_{TA}}$ 、 $\Theta_{b_{PB}}$ および $\Theta_{b_{TB}}$ 、 $\Theta_{b_{PC}}$ および $\Theta_{b_{TC}}$ それぞれ、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角であり、 $\Theta_{b'_{PA}}$ および $\Theta_{b'_{TA}}$ 、 $\Theta_{b'_{PB}}$ および $\Theta_{b'_{TB}}$ 、 $\Theta_{b'_{PC}}$ および $\Theta_{b'_{TC}}$ それぞれ、次回の各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角であり、 α は定数である(関数 $G_A(i)$ 、関数 $G_B(i)$ 、関数 $G_C(i)$)はそれぞれ、 $\Theta_{b_{PA}}$ および $\Theta_{b_{TA}}$ 、 $\Theta_{b_{PB}}$ および $\Theta_{b_{TB}}$ 、 $\Theta_{b_{PC}}$ および $\Theta_{b_{TC}}$ によって決定する視点A140A、視点B140B、視点C140Cから各辺までの距離を算出する関数である)。

[0249] [数82]

$$\left. \begin{aligned}
& L_{Ai} = G_{Bi}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \\
& L_{Bi} = G_{Bi}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \\
& L_{Ci} = G_{Ci}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \\
& FK_A(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = \\
& \quad FK(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Ai}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Aj}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{n} \right) \\
& FK_B(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = \\
& \quad FK(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Bi}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Bj}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{n} \right) \\
& FK_C(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = \\
& \quad FK(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Ci}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Cj}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{n} \right) \dots (\text{式82}) \\
& \theta b_{PA}' = \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FK_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{PA}} \\
& \theta b_{TA}' = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FK_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
& \theta b_{PB}' = \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FK_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{PB}} \\
& \theta b_{TB}' = \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FK_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{TB}} \\
& \theta b_{PC}' = \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FK_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{PC}} \\
& \theta b_{TC}' = \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FK_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{TC}}
\end{aligned} \right\}$$

そして最後に、次回の自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角にそれぞれ、カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を調整する。

[0250] 調整部B206はステップ1301、ステップ1302の処理を順次行い、ステップ1302の処理終了後にステップ1301の処理に戻る。そして、調整部B206では、絶えずステッ

プ1301からステップ1303の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置を調整する。

[0251] 調整部B206の動作は以上のとおりであり、ステップ1302において各辺までの距離を等しくなるように最急降下法の式を用いて自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角に調整することによってカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置を調整するため、図41(a)～(c)においては、各辺までの距離である L_{A1} から L_{A4} 、 L_{B1} から L_{B4} 、 L_{C1} から L_{C5} はお互い、ステップ1301からステップ1302の処理を繰り返すことにより、それぞれほぼ等しくなる。そして、各辺までの距離が等しいということは、図41(a)～(c)においては、領域A140Aおよび領域B140Bおよび領域C140Cの大きさがほぼ等しいことになる。

[0252] 周期画角調整部C207は、調整部B206がステップ1301の領域分割の処理を終える度に、同領域分割処理によって得られた自カメラ端末が担当する領域を覆うように、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の水平画角 Θb_H および水平画角 Θb_V を調整する。本実施の形態においては、カメラ端末101Aは自身が担当する領域A140Aを覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Aの水平画角 Θb_{HA} および水平画角 Θb_{VA} 、カメラ端末101Bは自身が担当する領域B140Bを覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Bの水平画角 Θb_{HB} および水平画角 Θb_{VB} 、カメラ端末101Cは自身が担当する領域C140Cを覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域120Cの水平画角 Θb_{HC} および水平画角 Θb_{VC} を調整する。なお、同調整は、各領域の位置がステップ1301の領域分割において算出されているため、各領域の位置から水平画角 Θb_H および水平画角 Θb_V を算出することは容易である。

[0253] 本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりである。調整部B206がステップ1301において撮影対象領域121を領域分割し、周期画角調整部C207が分割した各領域を覆うように各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整するために、本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cを用いて撮影対象領域121を死角なく撮影することができる。

[0254] なお、調整部B206は、ステップ1302により、領域の各辺までの距離を等しくするよう周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を調整し、各領域の大きさをほぼ等しくしている。この処理は、分割したある領域が極端に大きくなることにより、同領域を担当するカメラ端末が同領域を覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整できないことを避けるための処置である。もし、分割したある領域が極端に大きくなることがない場合には、同処理は必要としない。たとえば、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置がお互い、検出対象領域121内にほぼ均等に位置するように各カメラ端末を設置するのであれば、分割したある領域が極端に大きくなることはなく、ステップ1302で行う処理は必要としない。

[0255] また、調整部B206が、ステップ1301からステップ1302の処理を繰り返し、周期画角調整部C207が、ステップ1301の領域分割の処理を終える度に、自カメラ端末が担当する領域を覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整することにより、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ1302および周期画角調整部C207での処理は、ステップ1301において各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域121の位置により領域分割された自カメラ端末が担当する領域に対して行われる。

[0256] このため、各時刻において各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域121の位置に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ることができる。上記各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域121に変化が生ずる場合としては、

- (1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視線位置が意図的に変更される、
- (2) カメラ端末が新設される、
- (3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する、
- (4) 操作端末から送信する撮影対象領域の位置が変更される、

が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態6および実施の形態7に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置や操作端末が送信する撮影対象領域位置が変化する、または、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置が送信されたとしても

、本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置または撮影対象領域位置の変化に応じ、各カメラ端末を用いて撮影対象領域を死角なく撮影することができる。

[0257] なお、本実施の形態では、図40に示すように、調整部B206および周期画角調整部C207が各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに分散して存在しているが、調整部B206および周期画角調整部C207がそれぞれ1つしか存在せず、それぞれ一つしか存在しない調整部B206および周期画角調整部C207が、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置および画角を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0258] また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

[0259] (実施の形態6)

次に、本発明の実施の形態6について説明する。本実施の形態では、本発明の実施の形態1から本発明の実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置の操作端末102に関して、いくつかの変形例を示して補足する。

[0260] 実施の形態1から実施の形態5において、図28にその構成を示す操作端末102は、通信部203より撮影対象領域121の位置情報を図26または図40における各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに送信する。実施の形態1から実施の形態5に記した各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの動作および構成であれば操作端末102は必要であるが、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに予め撮影対象領域の位置情報を設定するのであれば、操作端末102は特に必要としない。

[0261] また、操作端末102は通信部203を構成要素とするが、同通信部203は各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cにも存在する。各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cに存在する通信部203が、撮影対象領域121の位置情報を送信すれば、各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cは操作端末203の機能を兼ねることになる。この場合も、操作端末102は特に必要としない。

[0262] また、実施の形態1から実施の形態5では、操作端末102が撮影対象領域121の

位置情報を送信している。撮影対象領域121の位置情報とは、撮影対象領域121の各端の位置情報である。実施の形態1から実施の形態5では、操作端末102は1台であったが、撮影対象領域121の端の数がN個であれば、操作端末102がN台あり、それぞれが撮影対象領域121の各端の位置情報を送信し、各端の位置で構成される閉領域を撮影対象領域121としても本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0263] また、操作端末102が送信する撮影対象領域121の位置情報は、実施の形態1から実施の形態5では、予め定めた一定の値とした。実施の形態1から実施の形態5に記したように、本発明の撮影領域調整装置は操作端末102から送信する撮影対象領域121の位置が変更される場合であっても、その変更に対応して、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ることができる。このため、操作端末102が送信する撮影対象領域121の位置情報は、本発明の撮影領域調整装置が動作中であっても、時間的に変化してもかまわない。

[0264] 以上、操作端末102に関して幾つかの補足を記した。以下同補足内容を加味した本発明の撮影領域調整装置の動作例を、図44を用いて説明する。図44において、カメラ端末1401は実施の形態1から実施の形態5におけるカメラ端末であり、無線ネットワーク1402を介して他カメラ端末1401および操作端末1405と情報を通信する。車1403は道路1404を走行する車であり、同車には操作端末1405が備え付けられている。撮影対象領域A1406Aおよび撮影対象領域B1406Bは、道路1404を走行する車1403の各時刻における周期 T_{CYCLE} 撮影領域であり、各撮影対象領域は、GPSやジャイロコンパスなどを用いて取得した同車1403の位置を中心とした一定の大きさをもつ領域であり、操作端末1405から送信される。

[0265] 動作は以下の通りである。道路1404上に複数台設置された本発明の撮影領域調整装置のカメラ端末1401は無線ネットワーク1402を用いて他カメラ端末と通信する。道路1404上を走行する車1403に設置された操作端末1405は車1403の現在の存在位置を中心とした撮影対象領域の位置情報を各カメラ端末1401に無線ネットワーク1402を用いて送信する。

[0266] 以上の構成の撮影領域調整装置によれば、時間的に刻々と変化する車1403の位

置を中心とした撮影対象領域内を死角なく撮影することが可能となる。これら死角なく撮影された画像情報は、無線ネットワーク1402を用いて車1403の運転者に提供されることにより、車1403の運転者は車の周囲情報を死角なく取得ことができ、車の安全走行や駐車を支援することになる。

[0267] (実施の形態7)

次に、本発明の実施の形態7について説明する。本実施の形態では、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置のカメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置などの指定方法に関して、いくつかの変形例を示して補足する。

[0268] 実施の形態1から実施の形態5において、図26または図40における各カメラ端末101Aからカメラ端末101Cの調整部A202または周期画角調整部A204または周期画角調整部B205または調整部B206または調整部C208はそれぞれ、図29、図33、図35、図39、図43に示すフローチャートをもとに動作を行う。本実施例では、図29に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の調整部A202は図45、図33に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の周期画角調整部A204は図37に示すフローチャート、図35に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の周期画角調整部B205は図47に示すフローチャート、図39に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の調整部C208は図48に示すフローチャート、図43に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の調整部B206は図49に示すフローチャートをもとに動作を行うものとする。

[0269] 図45に示すフローチャートは、実施の形態1において説明した図29に示すフローチャートに対しステップ1504およびステップ1505が加えられたものであり、ステップ1504における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置の指定がなければ、実施の形態1と同様のステップ1501からステップ1503の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0270] 図46に示すフローチャートは、実施の形態2において説明した図33に示すフローチャートに対しステップ1604およびステップ1605が加えられたものであり、ステップ1604における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の指定がなければ、実施の形態2と同様のステップ1601からステップ1603の処理が繰り返されるために

、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0271] 図47に示すフローチャートは、実施の形態3において説明した図35に示すフローチャートに対しステップ1706およびステップ1707が加えられたものであり、ステップ1706における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の指定がなければ、実施の形態3と同様のステップ1701からステップ1705の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0272] 図48に示すフローチャートは、実施の形態4において説明した図39に示すフローチャートに対しステップ4004およびステップ4005が加えられたものであり、ステップ1904における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の指定がなければ、実施の形態4と同様のステップ4001からステップ4003の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0273] 図49に示すフローチャートは、実施の形態5において説明した図43に示すフローチャートに対しステップ1803およびステップ1804が加えられたものであり、ステップ1803における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角の指定がなければ、実施の形態4と同様のステップ1801からステップ1802の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

[0274] 図45から図49に示すフローチャートにおいて、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803またはステップ4004における判断がYes、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角の指定があった場合は、ステップ1505またはステップ1605またはステップ1707またはステップ1804またはステップ4005において、カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角を、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803またはステップ4004で指定された周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角に調整する。

[0275] ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803またはステップ4004における、指定される周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角は、人間がネットワーク103などを介して指

定する。または、図27などにおける画像処理部213において、カメラ端末が撮影した画像から検出対象の位置および大きさをパターンマッチングなどの一般的な画像処理手法により検出する。そして、同検出した検出対象の位置を中心とし、同検出対象が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角を指定する。

- [0276] 以上のように、図45から図49に示すフローチャートをもとにカメラ端末が動作を行えば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角の指定がある場合、または、同指定があるカメラ端末に対しては、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角にカメラ端末は調整され、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角の指定がない場合、または、同指定がないカメラ端末に対しては、実施の形態1から実施の形態5と同様に、カメラ端末が撮影対象領域を死角なく撮影する動作を行う。

以上、カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置などの指定方法に関して幾つかの補足を記した。以下同補足内容を加味した本発明の撮影領域調整装置の動作例を、図50および図51を用いて説明する。

- [0277] 図50(a)及び(b)において、カメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eは、実施の形態1から実施の形態5におけるカメラ端末であり、図45から図49に示すフローチャートをもとに動作する。ネットワーク1902は各カメラ端末1901Aからカメラ端末1901E間の情報を伝達するネットワーク、検出対象1903は各カメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eが検出する検出対象であり、撮影対象領域1904内に存在する。

- [0278] 動作は以下の通りである。各カメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eは図45から図49に示すフローチャートをもとに動作する。カメラ端末1901Bは検出対象1903を検出しているため、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803またはステップ4004において、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角が指定される。指定される周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角は、検出対象1903の位置を中心とし、同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる

撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角である。この結果、カメラ端末1901Bは検出対象1903の位置を中心とし、同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角に調整される。カメラ端末1901A、カメラ端末1901C、カメラ端末1901D、カメラ端末1901Eは、検出対象1903を検出していないため、実施の形態1から実施の形態5と同様に、撮影対象領域1904を死角なく撮影されるように調整される。

[0279] 以上のカメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eの動作によれば、検出対象1903が撮影対象領域1904に存在する場合においても、自動的に、検出対象1903の位置を中心とし同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる詳細な画像を取得すると共に、撮影対象領域1904を死角なく撮影する。以上の動作は検出対象1903が移動したとしても、検出対象1903を検出するカメラ端末が切り替わるだけであり、同様の動作をすることは言うまでもない。

[0280] なお、図50(a)及び(b)においては、カメラ端末1901Bが検出対象1903を検知し、検出対象1903の位置を中心とし同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる詳細な画像を取得する。同カメラ端末1901Bが自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報などを1902ネットワークを介して送信し続けるのであれば、カメラ端末1901Aおよびカメラ端末1901Cはカメラ端末1901Bが撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域とするので、図50(a)に示すように、カメラ端末1901Bとも協調して撮影対象領域1904を死角なく撮影する。また、カメラ端末1901Bが自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報などを1902ネットワークを介して送信し続けないのであれば、カメラ端末1901Aおよびカメラ端末1901Cはカメラ端末1901Bが撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域としないので、図50(b)に示すように、カメラ端末1901Bとは協調せず撮影対象領域1904を死角なく撮影する。

[0281] 図50(a)に示すように、検出対象1903を検知し追尾撮影するカメラ端末1901Bと協調する場合は、カメラ端末1901Bの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の動き、つまり検出対象1903の動きにより、カメラ端末1901Aおよびカメラ端末1901Cおよびカメラ端末19

01Dおよびカメラ端末1901Eの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の動きがかなり影響をうけ、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影画像に乱れが生じる可能性がある。このため、たとえば、検出対象1903の動きが激しい場合などは、同検出対象を撮影するカメラ端末は自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報などを1902ネットワークを介して送信しないようにすれば、この問題を解決することができる。

[0282] 図51において、カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cは、実施の形態1から実施の形態5におけるカメラ端末であり、図45から図49に示すフローチャートをもとに動作する。ネットワーク2002は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001C間の情報を伝達するネットワーク、検出対象2003は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが検出する対象物であり、撮影対象領域2004内に存在する。以上は図50と同様であり、以上の構成によりカメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cは、検出対象2003が撮影対象領域2004に存在する場合においても、自動的に、検出対象2003の位置を中心とし同検出対象2003が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる詳細な画像を取得すると共に、撮影対象領域2004を死角なく検出する。図51は図50に示す本発明の撮影領域調整装置に対し、以下の手段が付加されている。画像合成部2005は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが周期 T_{CYCLE} の撮影期間に取得した各画像を空間的に連続した1枚の画像などに合成する処理部であり、表示部2006は画像合成部2005が合成した画像を表示するLCD等であり、指示部2007は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cに対し周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角を指定するキーボード等である。

[0283] 動作は以下の通りである。画像合成部2005は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが撮影した画像および、各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置などの情報を、ネットワーク2002を介して受け取る。画像合成部2005は各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置などの情報を用いて、各カメラ端末が撮影した画像を図52に示すような、各画像の空間位置が連続する画像を合成する。合成した画像は表示部2006に表示され、同画像情報は人間に提示される。なお、画像合成部2005で合成に利用される各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが取得した画像および同画像を構成する画素の世界座標軸系の位

置は数8などにより算出可能であるため、一般的な投影変換手法を用いれば、さまざまな視点の空間位置が連続する画像を合成することが画像合成部2005において可能である。

[0284] 表示部2006に表示された合成画像を見た人間は、自分が希望する合成画像上の領域の位置または画角を指示部2007に入力する。入力においてはポインティングデバイスなどを用いて領域の位置または画角などを指示する。人間が指定した領域の位置または画角などを受けた指示部2007は、現在同領域を周期 T_{CYCLE} 撮影領域内にもつカメラ端末を判定する。同判定は、各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置などの情報を用いれば簡単に判断することができる。そして指示部2007は、上記判定により決定した人間が指定した領域を周期 T_{CYCLE} 撮影領域内にもつカメラ端末に対し、人間が指定した領域の位置または画角などを同カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角としてネットワーク2002を介して指示する。周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角が指定されたカメラ端末は、同カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角を、指定した周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角に調整する。

[0285] 以上の動作によれば、人間は撮影対象領域2004の領域を死角なく、かつ、さまざまな視点で、かつ、空間位置が連続する画像情報として受け取ることができる。更に、同画像情報をもとに指定した領域の位置または画角などを指定することにより、特定の領域位置または画角の画像も取得可能となる。例えば、ある領域の画角を小さくするように人間が指示部2007に入力すれば、同領域に対し画角つまり解像度や撮影頻度Fが高い画像が表示部2006に表示されることになる。これらの効果は、広範囲な撮影対象領域をもつビルなどの監視において有益である。

[0286] (実施の形態8)

次に、本発明の実施の形態8について説明する。本実施の形態では、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置に関して、更にいくつかの変形例を示して補足する。

[0287] 実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置において、図27または図32または図34または図38または図42に示すカメラ端末は、周期 T_{CYCLE}

撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角またはパン速度またはチルト速度などのパラメータすべてが可変あったが、すべてではなく、いずれかのパラメータが可変であっても、実施の形態1から実施の形態5に記した同様の効果を得られる。さらに、複数台あるカメラ端末のうちに、全パラメータが可変でないカメラ端末が存在していたとしても、実施の形態1から実施の形態5に記した同様の効果を得られる。なぜならば、全パラメータが可変でなく周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整不可能なカメラ端末が存在していたとしても、同カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域として、パラメータが可変で周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整可能なカメラ端末が、実施の形態1から実施の形態5に記した動作をするので、実施の形態1から実施の形態5に記した同様の効果を得られる。

[0288] また、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置において、図27または図32または図34または図38または図42に示すカメラ端末は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角またはパン速度またはチルト速度などを、姿勢制御部214において、ステッピングモーターなどを用いた機械的な制御機構により調整していた。しかし、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角またはパン速度またはチルト速度などを調整することが可能なものであれば、ステッピングモーターなどを用いた機械的な制御機構でなくてもよい。

[0289] たとえば、図53に示すパーシャルスキャンと呼ばれる技術を用いて、カメラのパン角およびチルト角および画角を電子的に制御するカメラがある。図53(a)、(b)及び(c)において、2201は像を結像させるためのレンズ、2202はレンズ2201で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、2203は撮像面2202が撮影した画像のうち2204に示す画像取り込む範囲のみの画像を取り込む画像取り込み制御部である。2203画像取り込み制御部は、撮像面2202がCCDであれば、CCDの読み取り画素のアドレスを制御することにより、電子的に画像取り込む範囲2204のみの画像を読み出

することが可能である。また同アドレス制御を変更することにより、画像取り込む範囲2204を変更することが可能である。パーシャルスキャンと呼ばれる技術では、図53(a)、(b)及び(c)に示すように、画像取り込む範囲2204を変更することにより、カメラのパン角およびチルト角および画角を電子的に制御している。

[0290] また、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置においては、図26および図40に示すように、実空間面113を $Z_w = 0$ としていた。しかし、図54に示すように(図54の構成要素は図26と同じである)、実空間面113を $Z_w = C$ とした場合であっても、実施の形態1から実施の形態5に記した同様の効果を得られることはいうまでもない。更に、各カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域は、 Z_w 軸112の0方向近くなるほど、その周期 T_{CYCLE} 撮影領域は広がる。このため、図54の撮影対象立体領域213のように、撮影対象領域が立体であっても、死角なく撮影することが可能である。

[0291] また、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整することにより、実施の形態1から実施の形態5に記した効果を得ている。ここで、(周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法)に説明したように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域は、時刻 T 撮影領域の位置をパン速度 V_p およびチルト速度 V_t で移動させることにより撮影されるが、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法におけるパン速度 V_p およびチルト速度 V_t を0とした場合、周期 T_{CYCLE} 撮影領域は時刻 T 撮影領域と一致する。このため、実施の形態1から実施の形態5に記した本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域ではなく、各カメラ端末が撮影する時刻 T 撮影領域の位置や画角を調整することにより、実施の形態1から実施の形態5に記した同様の効果を得ることは言うまでもない。

[0292] また、上記実施の形態1～5では、カメラ201を、一般的なカメラとして取り扱っているが、同カメラ201は可視光または赤外や紫外などの非可視光を検知するカメラであっても、同様の効果を得られることは言うまでもなく、更に、微動センサ、圧力センサ、温度センサ、気圧センサ、音センサ(マイク)など、撮影領域をもち、かつ、撮影領域位置が可変な一般的にセンサであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。更に、一般的なカメラとこれらセンサの組み合わせであっても、同様の効果を得ら

れることは言うまでもない。

[0293] たとえば、図55(a)に示されるような指向特性をもったマイクについて、図55(b)に示されるように、一定以上の感度で音を検知できる方向(領域)をセンス領域と定義できるので、上記実施の形態におけるカメラのパンおよびチルトと同様にマイクの姿勢を制御して一定周期でスキャンさせることで、図55(c)に示されるように、カメラ端末における周期 T_{CYCLE} 撮影領域に対応する周期 T_{CYCLE} 検出領域(つまり、「仮想検出領域」)を定義することができる。つまり、本発明は、カメラだけでなく、上記の各種センサにも適用することができる。なお、図55(b)および(c)に示されるように、時刻 T 撮影領域に対応するセンス領域、および、周期 T_{CYCLE} 撮影領域に対応する周期 T_{CYCLE} 検出領域が円などの矩形でない場合、円の短径と長径の比率(真円は1)や図形の X_w 軸や Y_w 軸方向の大きさの比率をアスペクト比とすればよい。

[0294] また、上記実施の形態では、カメラは固定カメラであったが、移動カメラであってもよい。図56は、本発明に係る撮影領域調整装置を移動カメラから構成される監視システムに適用した場合の監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、通信ネットワーク1103で接続された複数の移動カメラ1101等から構成され、監視領域1111をくまなく監視できるように、それら複数の移動カメラ1101がパンおよびチルトだけでなく、自律協調的に移動する点に特徴を有する。移動カメラ1101は、移動部1102に支持されて移動するカメラ装置である。移動部1102は、移動カメラ1101の撮影位置を変更させる機構部等である。通信ネットワーク1103は、複数の移動カメラ1101を結ぶ伝送路である。通信部1104は、移動カメラ1101が通信ネットワーク1103を介して他の移動カメラと情報のやりとりを行うための通信インターフェースである。隣接撮影領域特定部1105は、通信部1104に通知された他の移動カメラからの情報に対して、撮影領域が隣り合う移動カメラを推定する処理部である。撮影素子1106は、監視領域内の映像を取り込むCCDカメラ等である。撮影領域推定部1107は、撮影素子1106の特性と、移動部1102の位置から移動カメラ1101の撮影領域を推定する処理部である。監視範囲記憶部1108は、移動カメラ1101が監視すべき領域の範囲を記憶しているメモリ等である。撮影位置評価部1109は、移動カメラ1101の撮影領域と互いに隣り合う撮影領域の重なり領域、または監視領域の境

界との距離を評価する処理部である。撮影位置変更部1110は、移動部1102を制御し、移動カメラ1101の撮影位置を変更させる制御部である。監視領域1111は、移動カメラ1101が監視すべき領域である。撮影領域1112は、移動カメラ1101によって撮影されている領域である。このような監視システムによれば、移動カメラ1101は、自身の撮影位置と撮影素子1106の特性により推定される撮影領域に関する情報を周囲の移動カメラと通知し合い、隣り合う撮影領域との重なり領域の大きさと、監視領域の境界との距離が所定の状態に近づくように周囲の移動カメラと協調しながらパン、チルトおよび撮影位置を変更することにより、複数の移動カメラ1101による同時撮影において監視領域内の死角が少なくなる撮影位置に移動することができる。

[0295] 図57は、その監視システムにおける移動カメラ1101の動作の様子を示す。本図では、説明を簡単にするために横方向(1次元)に移動できる移動カメラ1101を高さが一定な部屋の天井に設置し、床面を監視させる場合が示されている。上図に示されるように、移動カメラ1101を天井の適当な位置に設置しても、移動カメラは互いの撮影領域の重なり領域の幅Cまたは監視領域の境界との距離Dが所定の値に近づくように撮影位置を変更することにより、下図に示されるように、監視領域全体を複数の移動カメラで端末同時に撮影できる位置に自動的に移動することが可能となる。さらに、例えば高い天井などのように設置作業が難しい場所において、一ヶ所にまとめて移動カメラ1101を設置しても、移動カメラの方が複数の移動カメラによる同時撮影において死角が少なくなる位置に自動的に移動するため、移動カメラの設置位置の決定や設置作業といった負担を減らすことが可能となる。この実現方法の一例としては、図58に示すように、監視領域内にレールを設置し、そのレールの軌道上を移動カメラが移動するようにシステムを構成すればよい。

[0296] 以上、本発明に係るカメラ端末および撮影領域調整装置等について、実施の形態および変形例を説明したが、本発明は、これら実施の形態および変形例に限定されるものではない。たとえば、各実施の形態および変形例の構成要素を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

[0297] なお、請求の範囲に記載した各請求項の構成要素と明細書の実施の形態等における構成要素との対応関係は、次に通りである。つまり、カメラ端末の一例がカメラ端

末101A～Cであり、カメラの一例がカメラ201であり、調整手段の一例が調整部A202、周期画角調整部A204、周期画角調整部B205、調整部B206、周期画角調整部C207、調整部C208であり、通信手段の一例が通信部2003であり、合成手段の一例が画像合成部2005であり、表示手段の一例が表示部2006であり、センサの一例が図55に示されるマイク等のセンサである。

産業上の利用可能性

- [0298] 本発明にかかる撮影領域調整装置は、カメラ等の撮像装置の撮影領域を調整する装置として、例えば、複数のカメラからなる監視装置や撮影システム等として、特に、死角なく所定の撮影対象領域を効率的に覆う必要がある撮影システム等として、有用である。

請求の範囲

- [1] 複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末であって、
- 一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、
- 前記カメラを制御することにより、前記仮想撮影領域の位置を調整する調整手段と、
- 前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、
- 前記調整手段は、当該調整手段を備える自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整することを特徴とするカメラ端末。
- [2] 前記カメラは、前記仮想撮影領域の撮影を繰り返すことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。
- [3] 前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域とが重複する領域の量である重複領域量が、0よりも大きい一定量である目標量となるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整することを特徴とする請求項2記載のカメラ端末。
- [4] 前記調整手段は、
- 自カメラ端末の仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域を前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域の中から選択するステップと、選択された仮想撮影領域と自カメラ端末の仮想撮影領域との重複領域量と前記目標量との差である重複領域差分量を算出するステップと、前記重複領域差分量を0に近づける自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を算出するステップとを繰り返し、
- 自カメラ端末の仮想撮影領域の位置が前記繰り返しステップで得られた位置となるように前記位置を調整する
- ことを特徴とする請求項3記載のカメラ端末。

- [5] 前記重複領域差分量は、前記重複領域量と前記目標量とが等しい時に最小値となる量である
 ことを特徴とする請求項4記載のカメラ端末。
- [6] 前記カメラは、前記仮想撮影領域の撮影を繰り返すときの撮影周期を変更する手段を備え、
 前記調整手段は、さらに、自カメラ端末の仮想撮影領域の撮影周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域の撮影周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および撮影周期を調整する
 ことを特徴とする請求項2記載のカメラ端末。
- [7] 前記カメラは、前記仮想撮影領域の撮影を繰り返すときの撮影周期を変更する手段を備え、
 前記調整手段は、さらに、自カメラ端末の仮想撮影領域の撮影周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および撮影周期を調整する
 ことを特徴とする請求項2記載のカメラ端末。
- [8] 前記撮影領域調整装置は、さらに、前記複数のカメラ端末のカメラが撮像した画像を取得し、空間的に連続した画像として合成する合成手段と、
 合成された画像を表示する表示手段とを備える
 ことを特徴とする請求項2記載のカメラ端末。
- [9] 前記調整手段は、さらに、自カメラ端末の仮想撮影領域のアスペクト比が所定の目標量となるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置およびアスペクト比を調整する
 ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。
- [10] 前記アスペクト比の目標量は、撮影領域の位置およびカメラの設置位置によって決定される撮影領域のアスペクト比である
 ことを特徴とする請求項9記載のカメラ端末。
- [11] 複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置であって、
 複数の請求項1記載のカメラ端末を備える
 ことを特徴とする撮影領域調整装置。

- [12] 複数のセンサ端末を用いて検出領域を調整する検出領域調整装置を構成する1台のセンサ端末であって、
一定時間内に一定領域内で検出領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な検出領域である仮想検出領域における物理量を検出するセンサと、
前記センサを制御することにより、前記仮想検出領域の位置を調整する調整手段と、
前記仮想検出領域を示す仮想検出領域情報を送受信する通信手段とを備え、
前記調整手段は、当該調整手段を備える自センサ端末の仮想検出領域と前記通信手段によって受信される仮想検出領域情報が示す他センサ端末の仮想検出領域とに基づき、前記複数のセンサ端末の仮想検出領域を和した領域が所定の検出対象領域をくまなく覆うように、自センサ端末の仮想検出領域の位置を調整することを特徴とするセンサ端末。
- [13] 前記センサは、前記仮想検出領域における物理量の検出を繰り返すことを特徴とする請求項12記載のセンサ端末。
- [14] 複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末における撮影領域調整方法であって、
前記カメラ端末は、それぞれ、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、
前記撮影領域調整方法は、自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整するステップを含むことを特徴とする撮影領域調整方法。
- [15] 複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末のためのプログラムであって、
請求項14記載の撮影領域調整方法に含まれるステップをコンピュータに実行させる

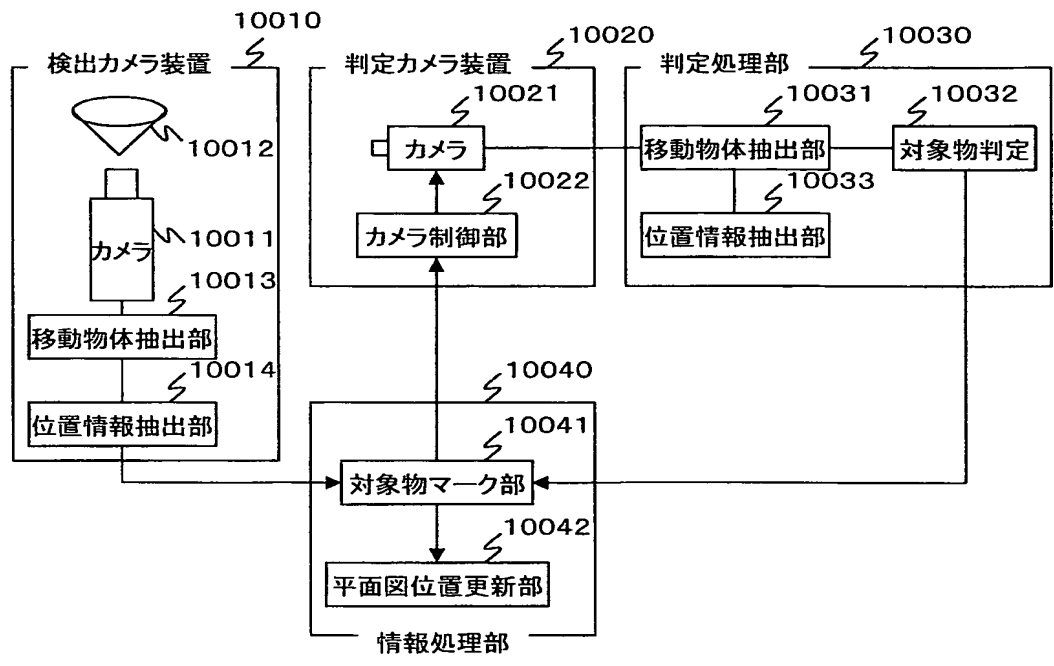
ことを特徴とするプログラム。

要 約 書

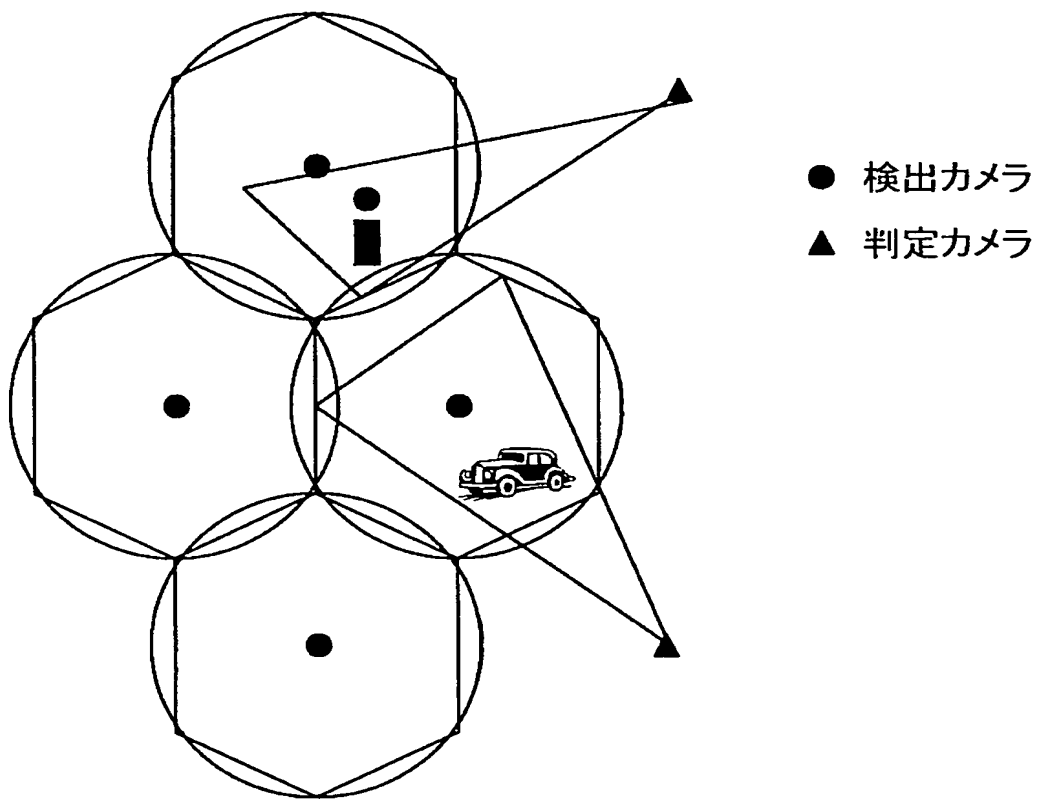
人間が予め状況変化を予測してテーブルを作成しておく必要がなく、かつ、複数のカメラの一部が故障した場合であっても、死角なく、撮影対象とする領域をくまなく撮影することが可能な撮影領域調整装置を構成するカメラ端末を提供する。

そのカメラ端末は、複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末であって、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想撮影領域を撮影するカメラ(201)と、仮想撮影領域の位置を調整する調整部A(202)と、仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信部(203)とを備え、調整部A(202)は、自カメラ端末の仮想撮影領域と通信部(203)によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する。

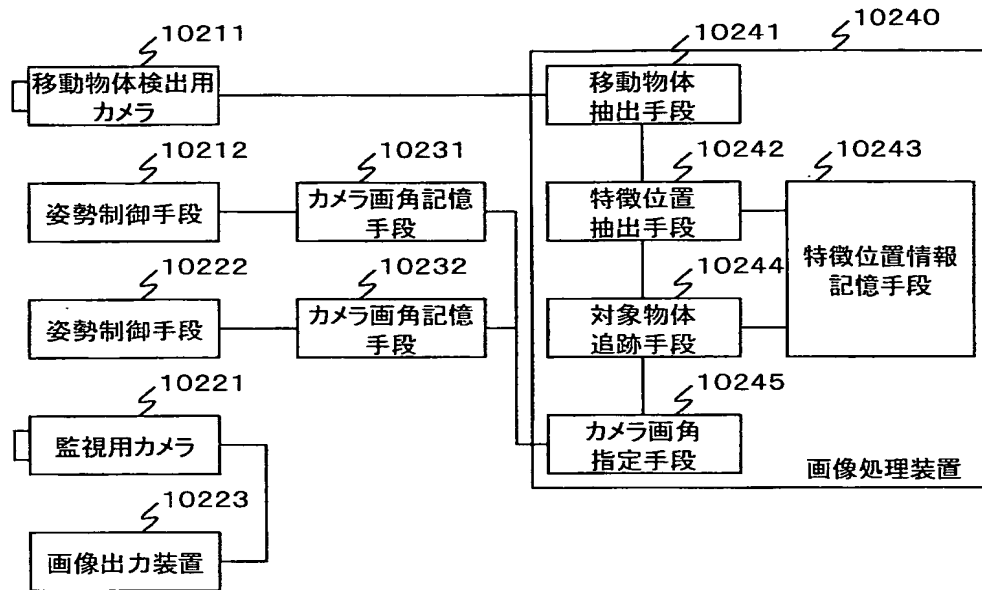
[図1]



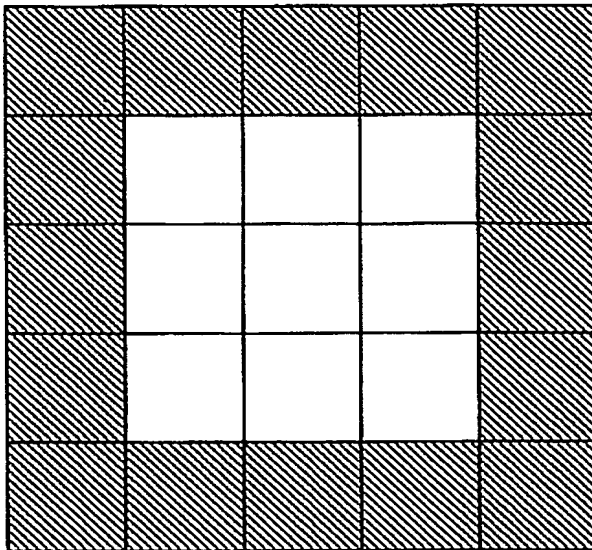
[図2]



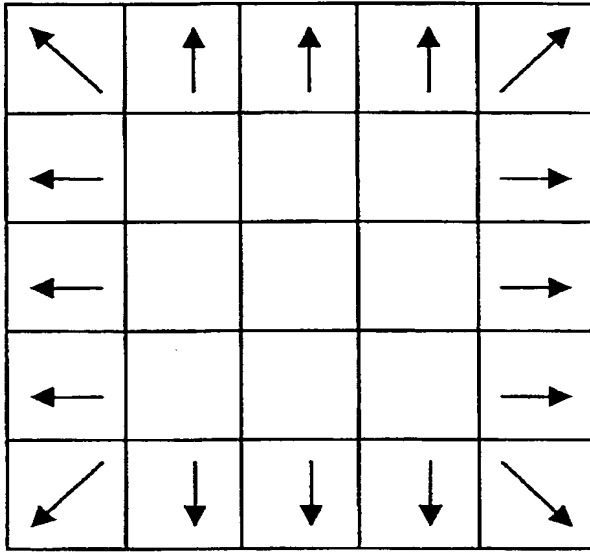
[図3]



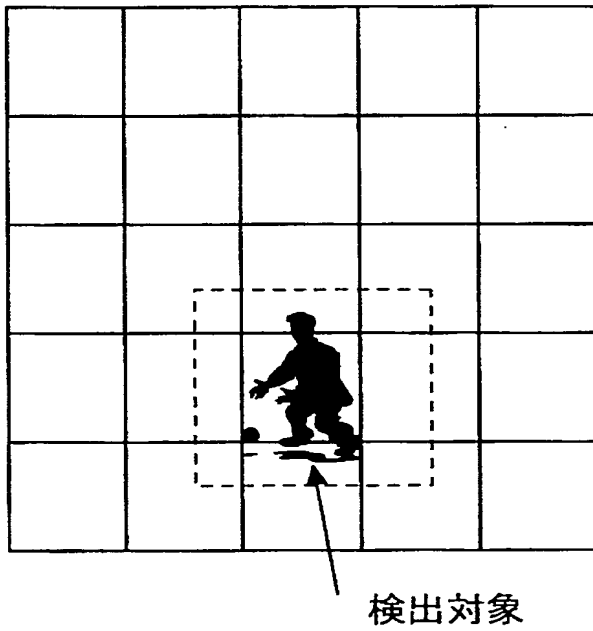
[図4]



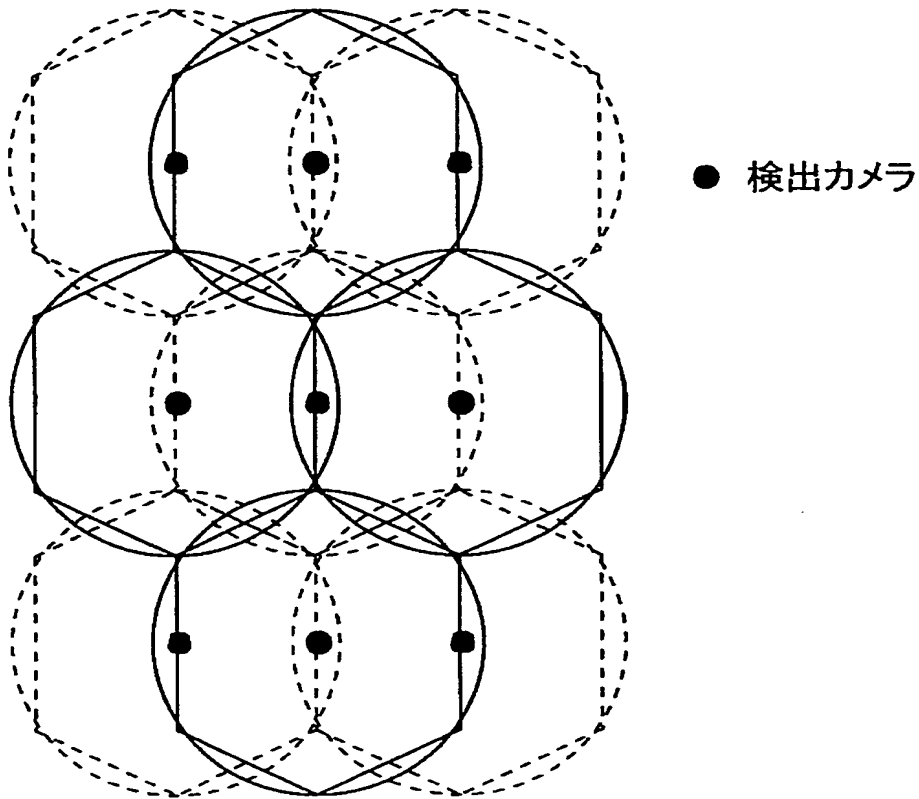
[図5]



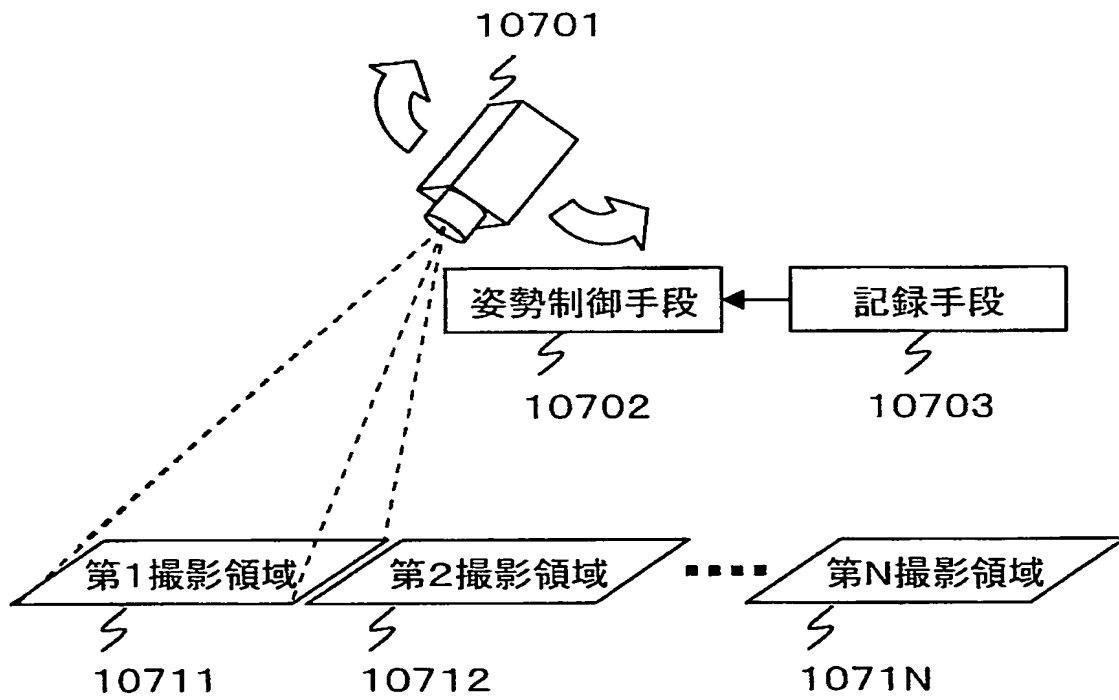
[図6]



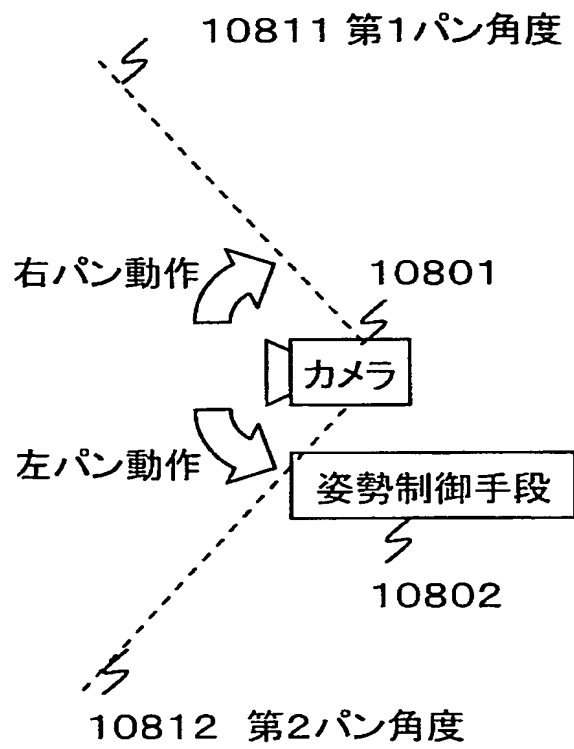
[図7]



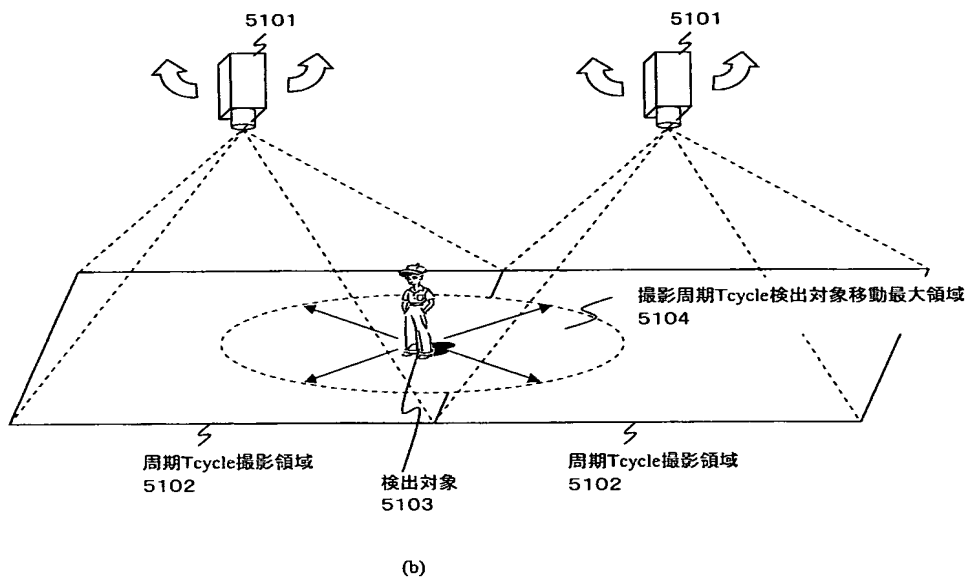
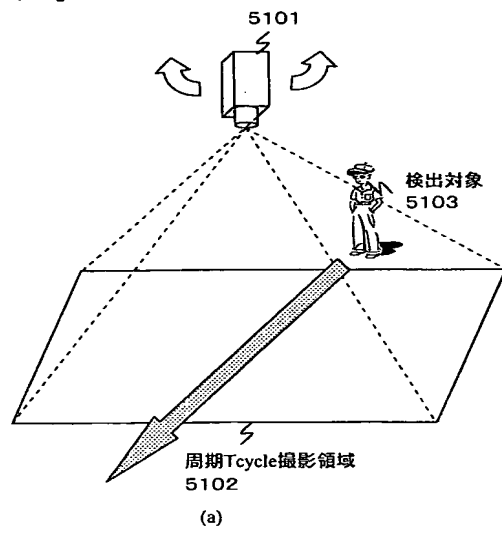
[図8]



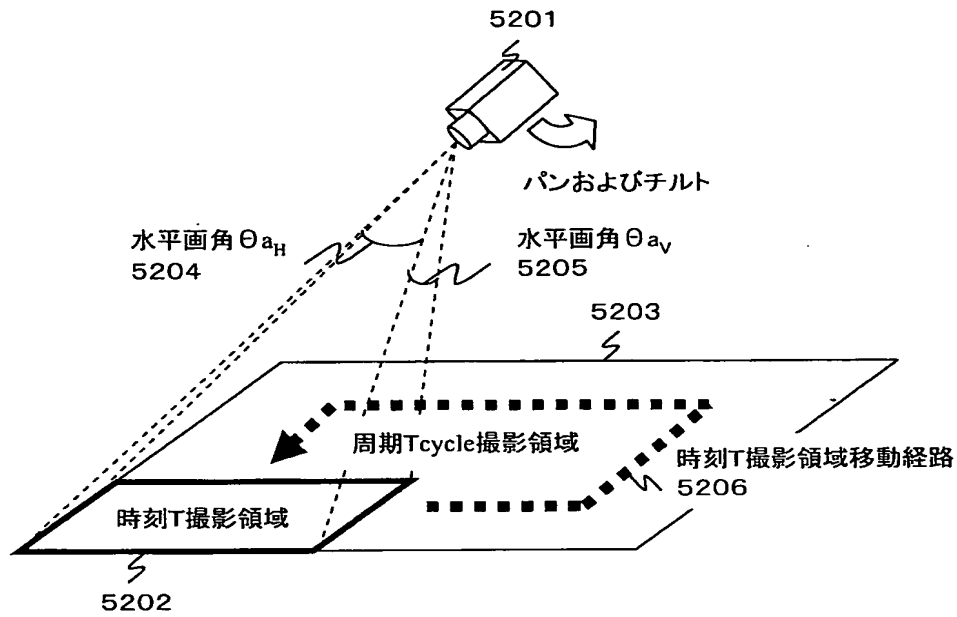
[図9]



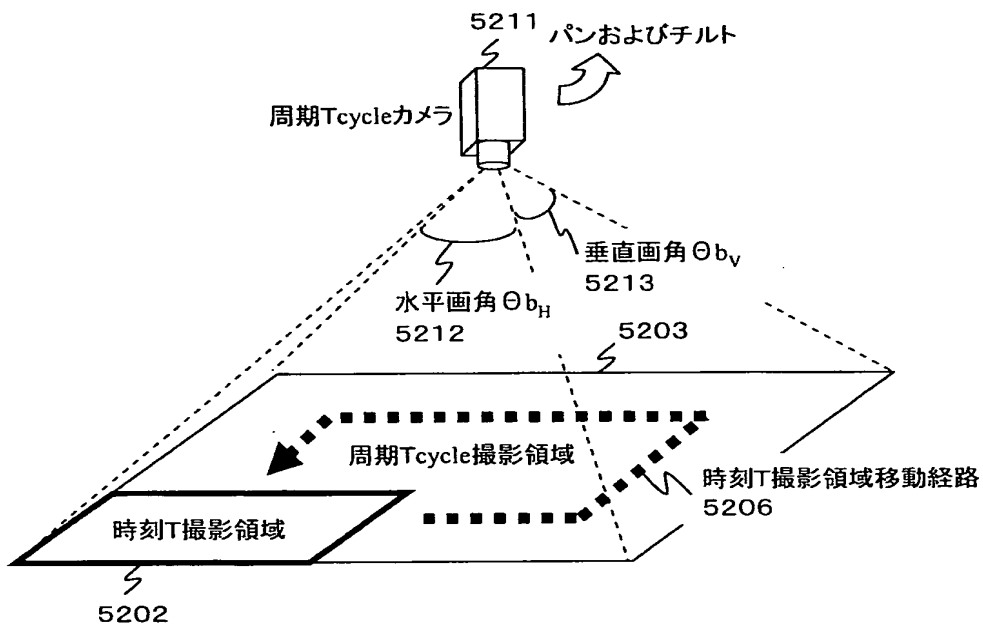
[図11]



[図12]

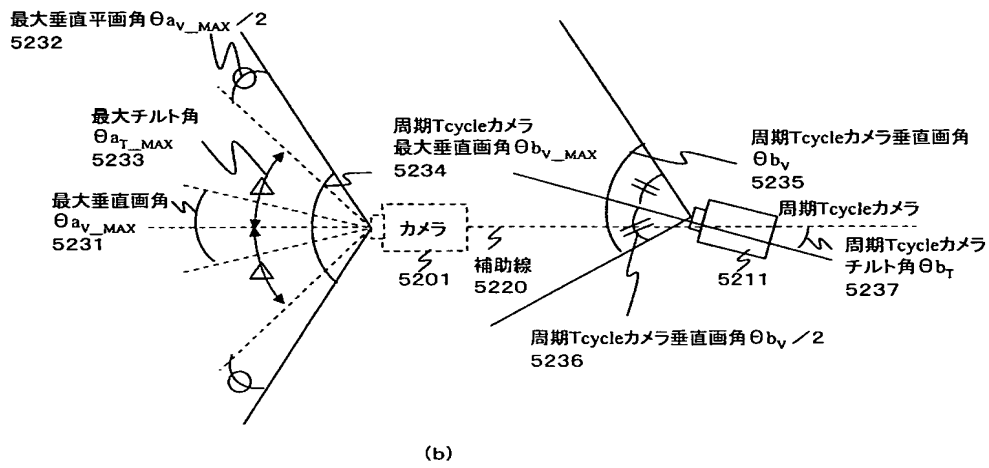
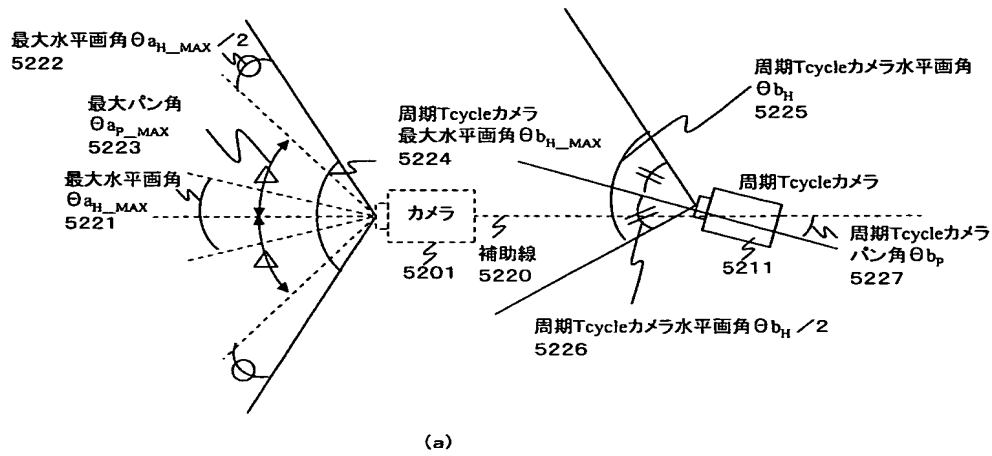


(a)

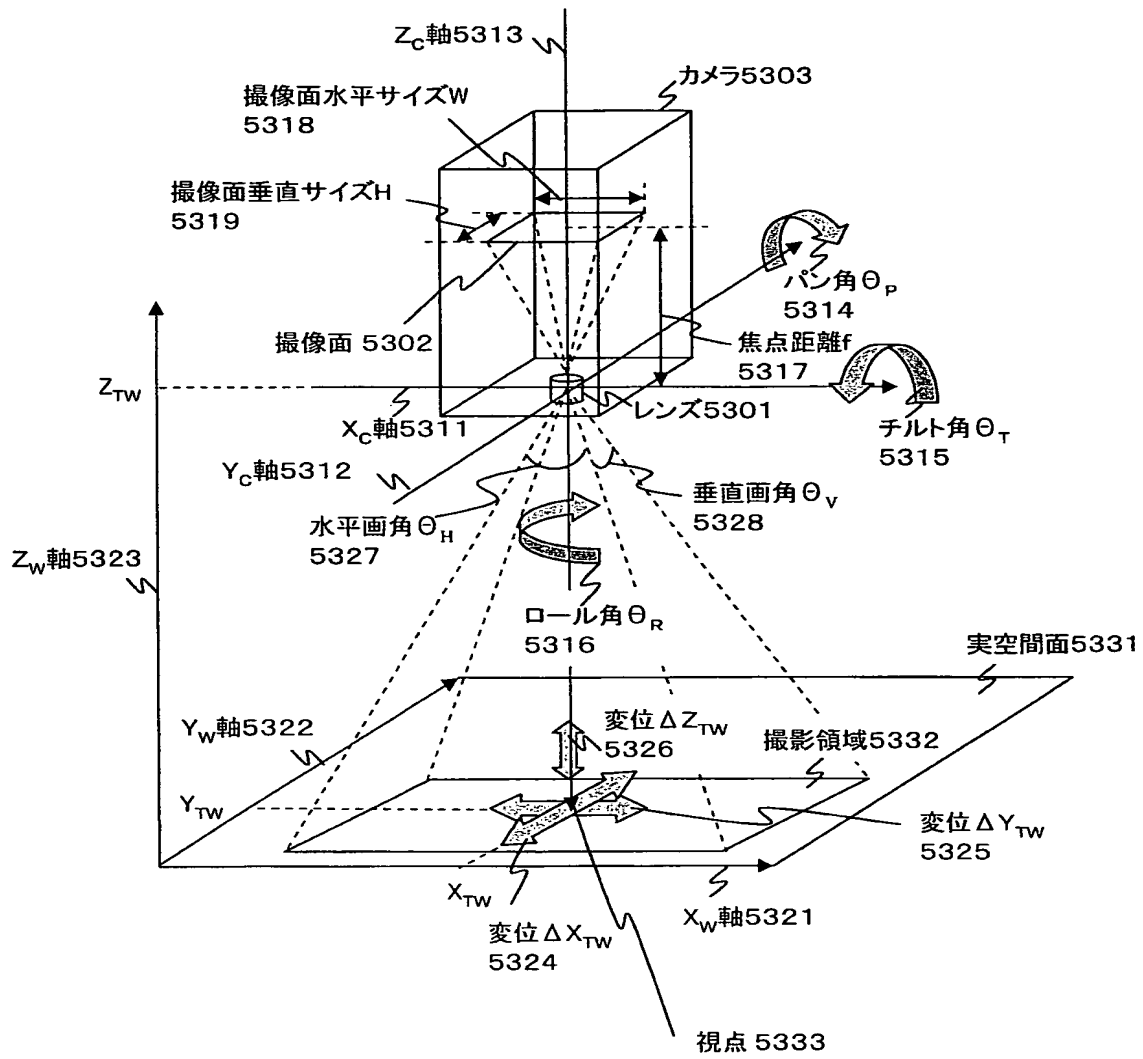


(b)

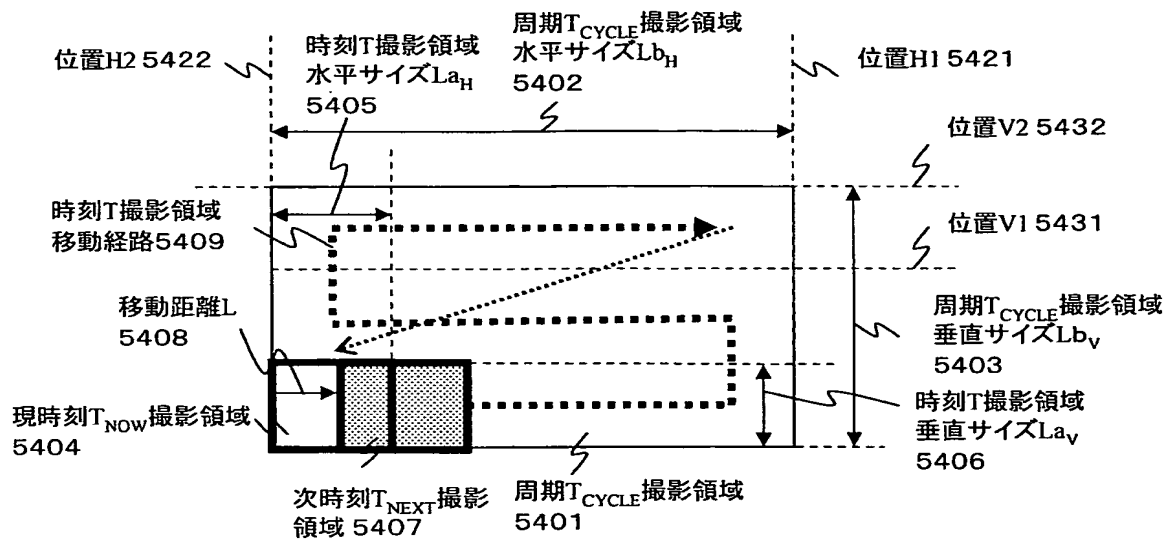
[図13]



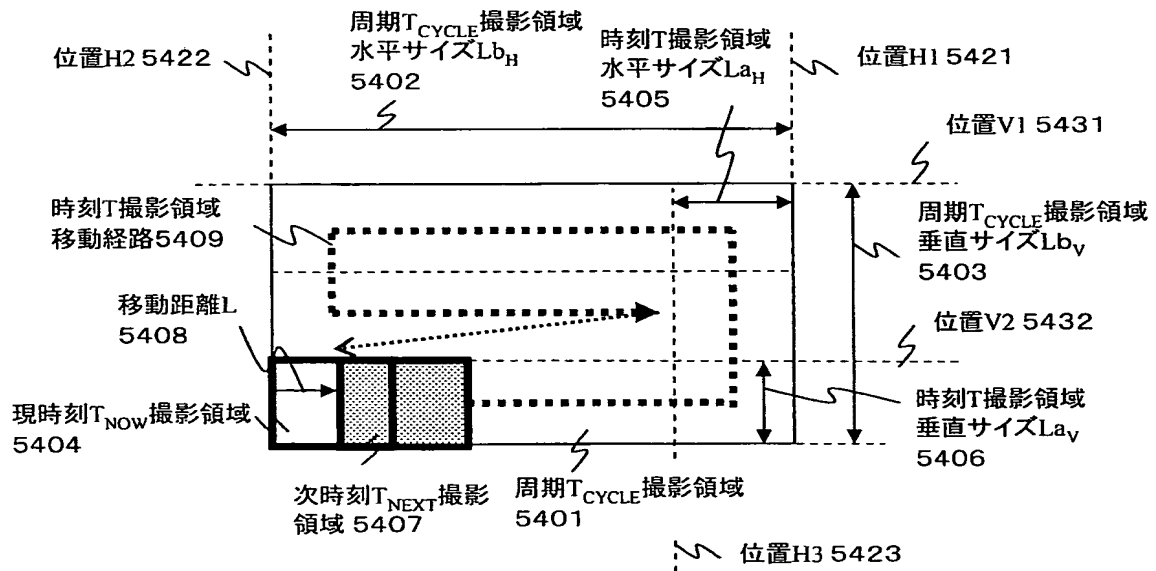
[図14]



[図15]

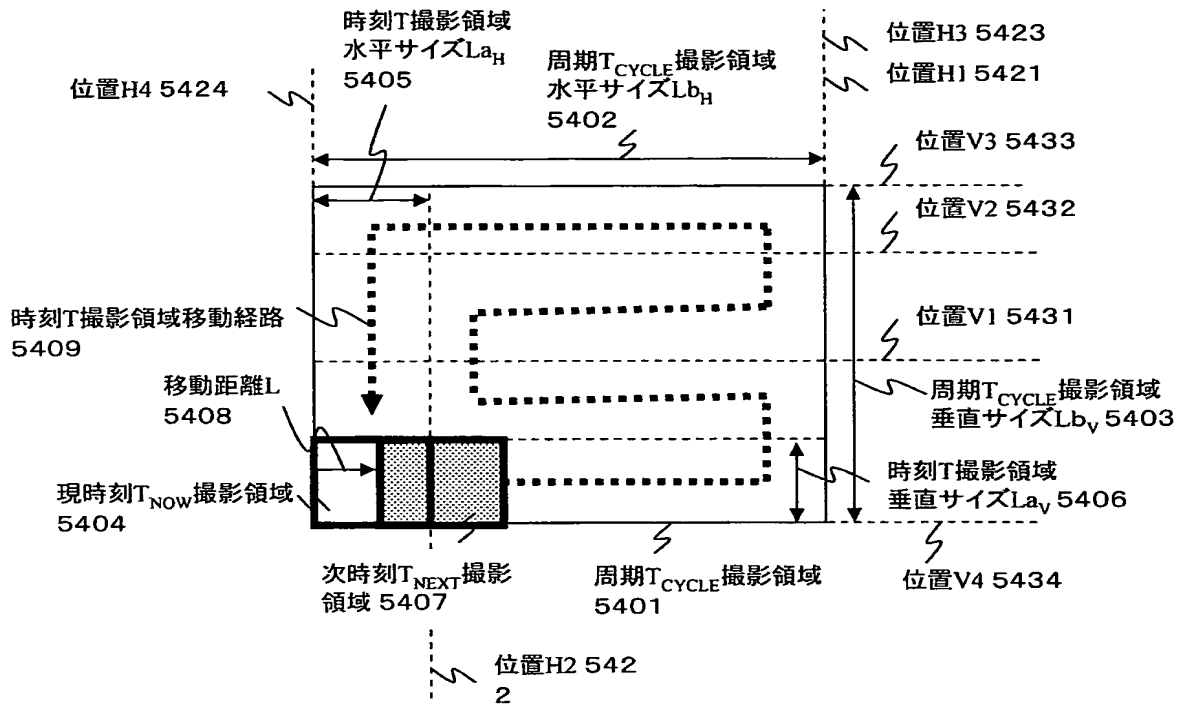


(a)

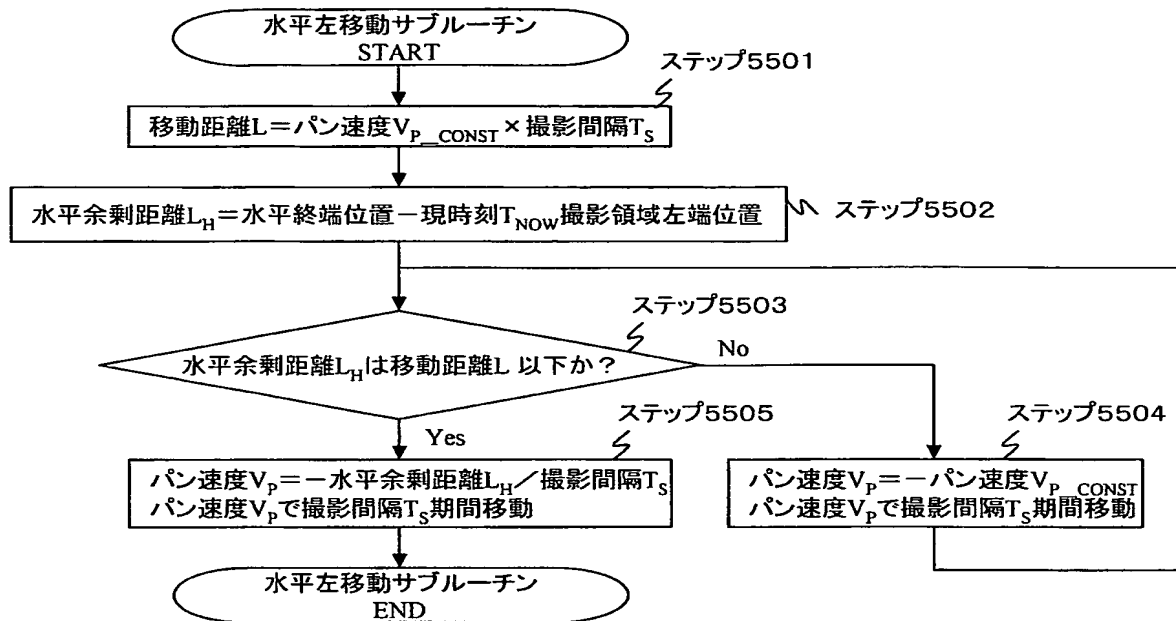


(b)

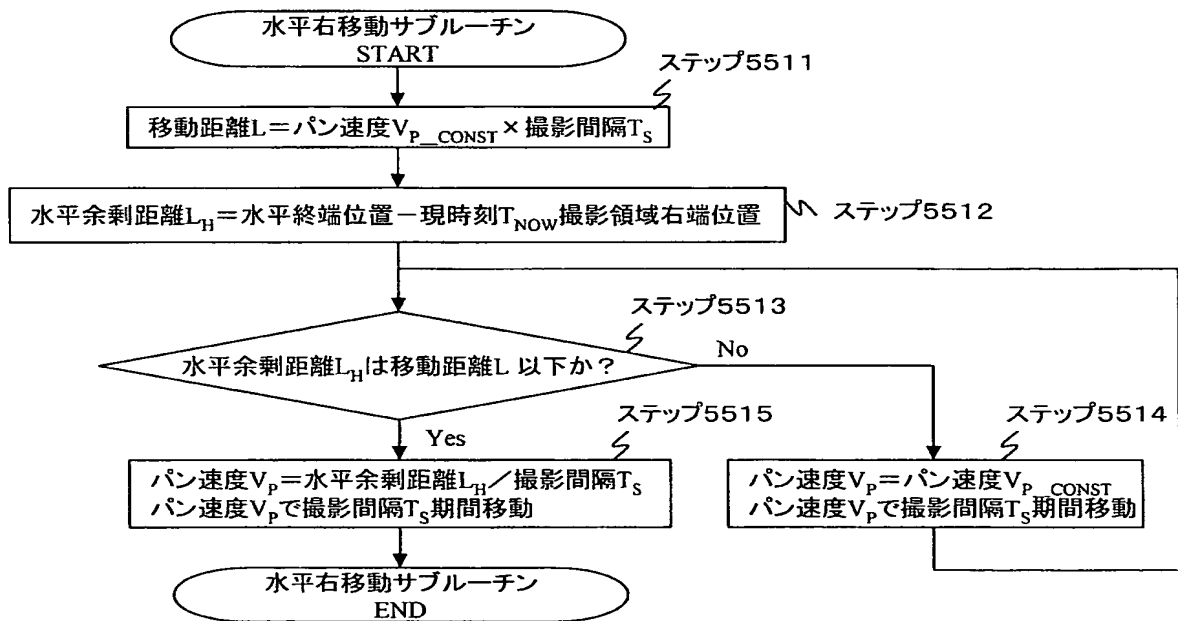
[図16]



[図17]

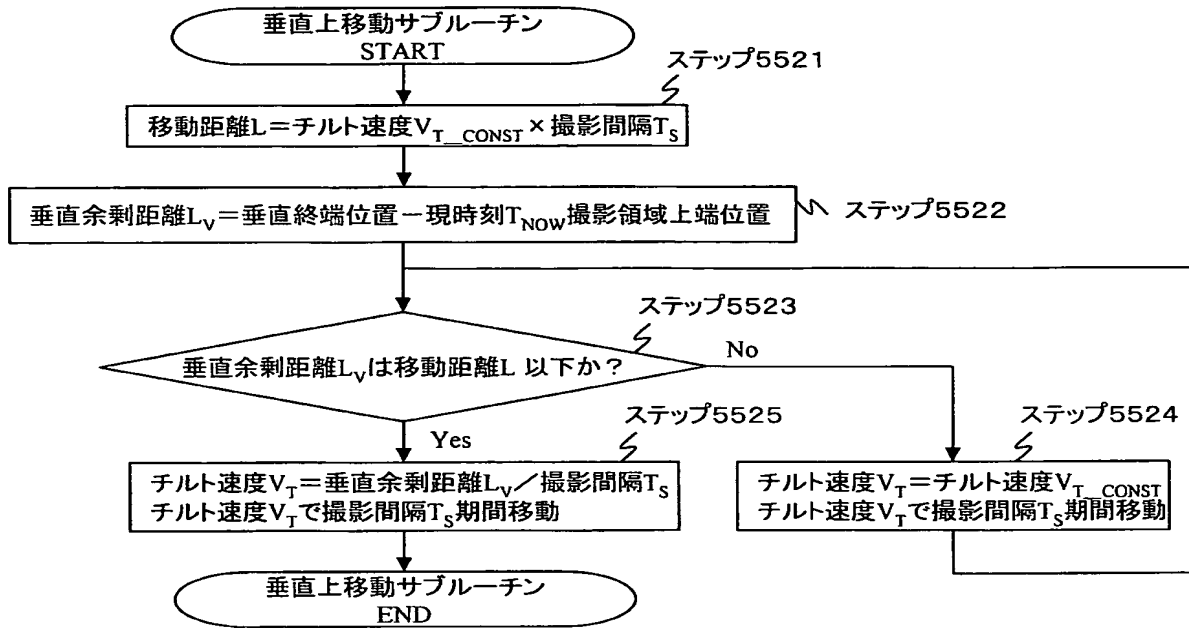


(a)

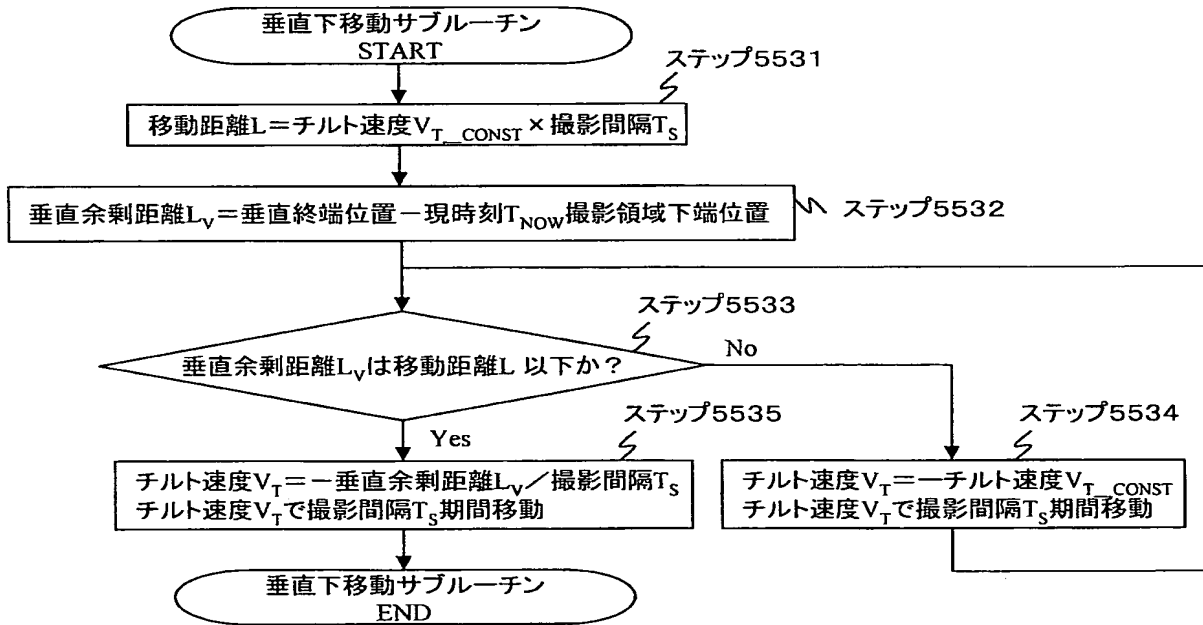


(b)

[図18]

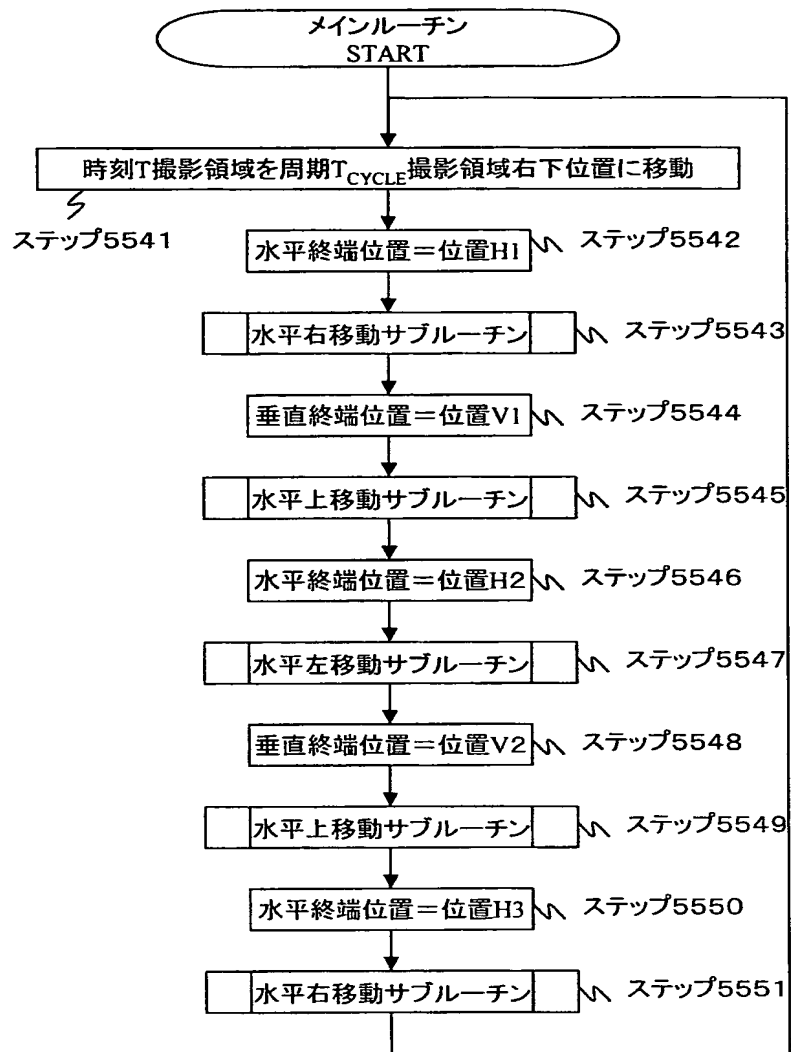


(a)

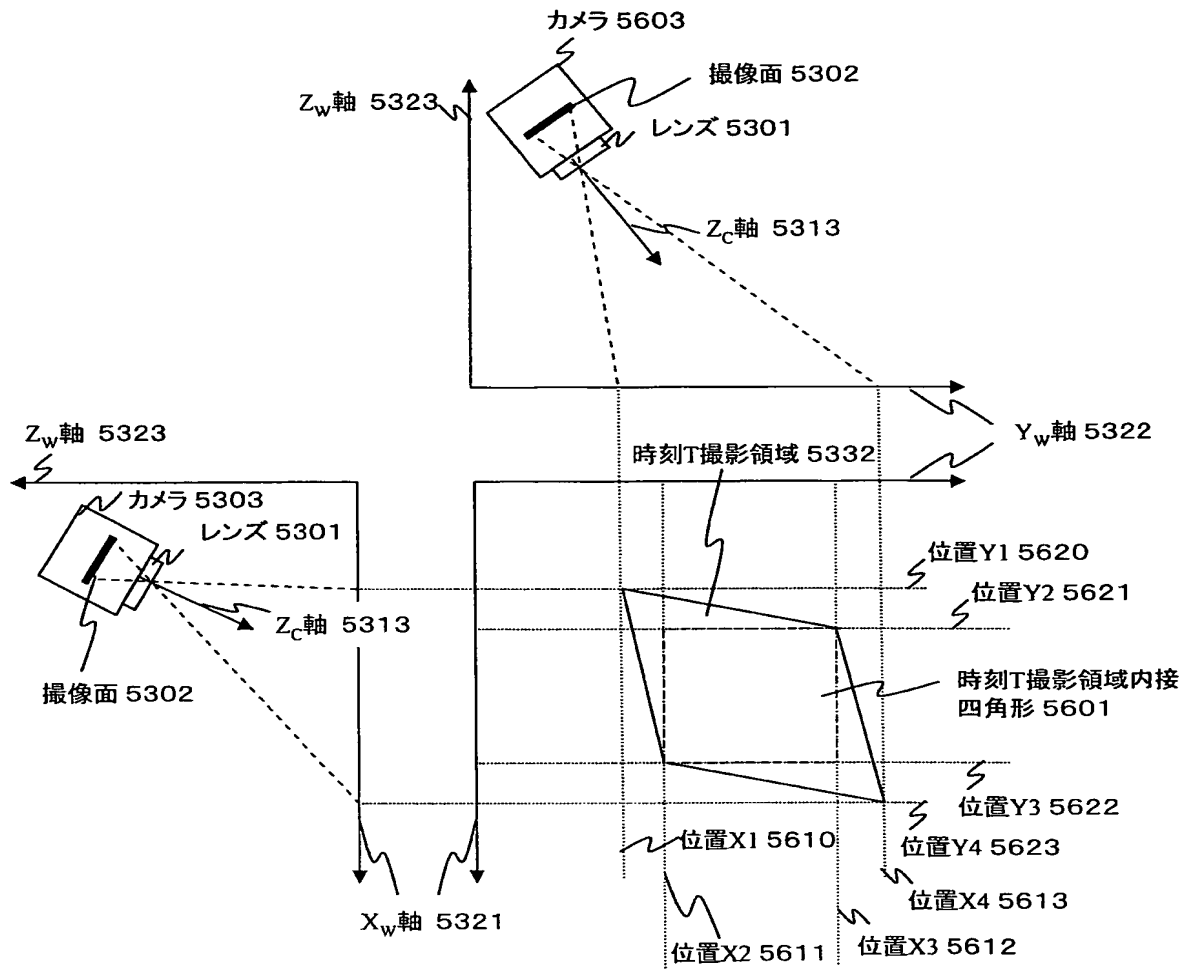


(b)

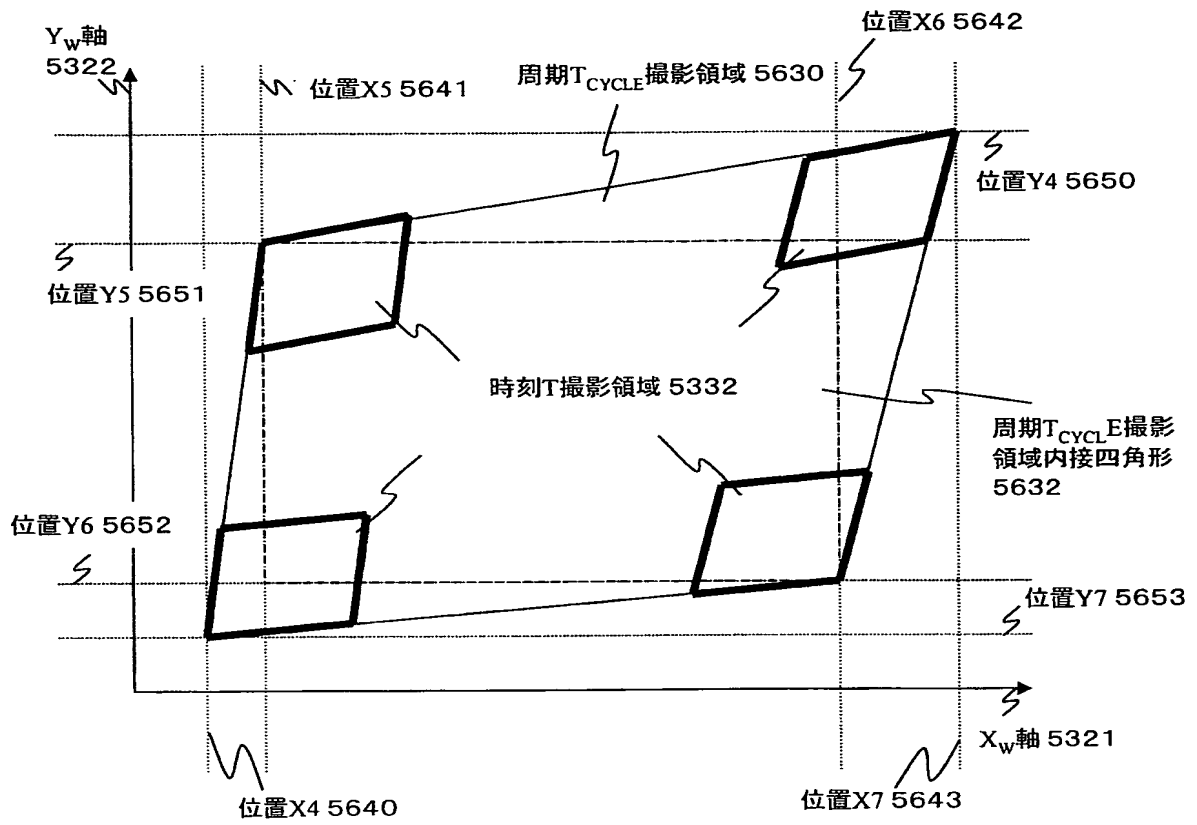
[図19]



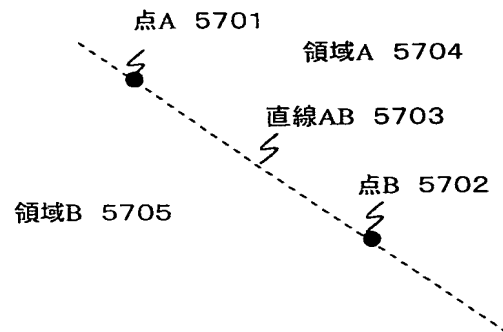
[図20]



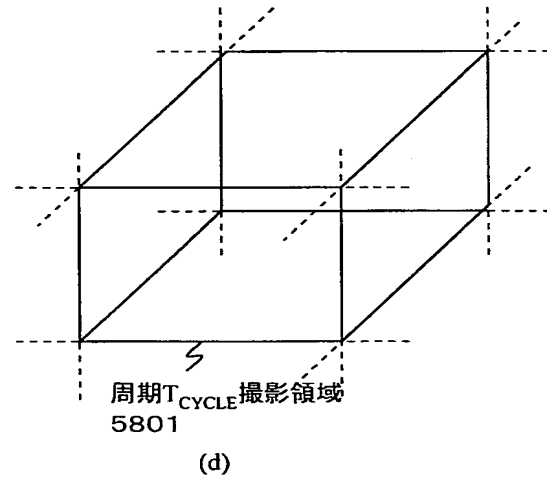
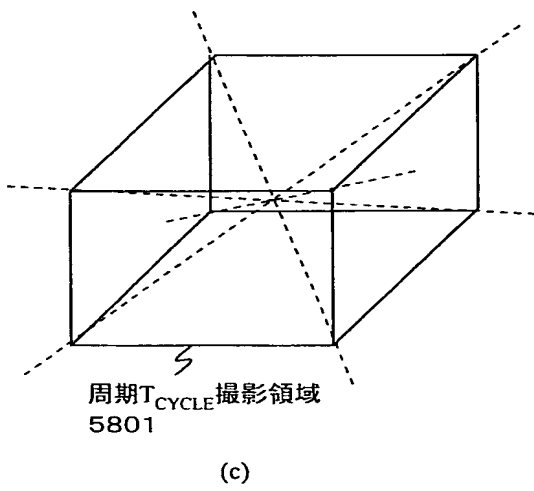
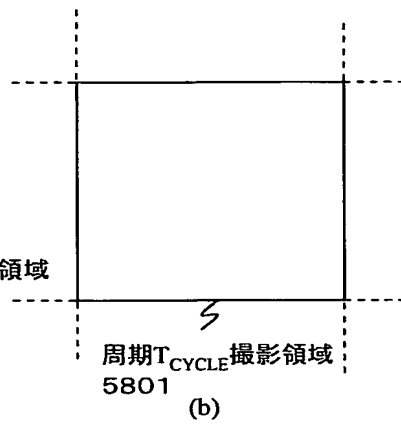
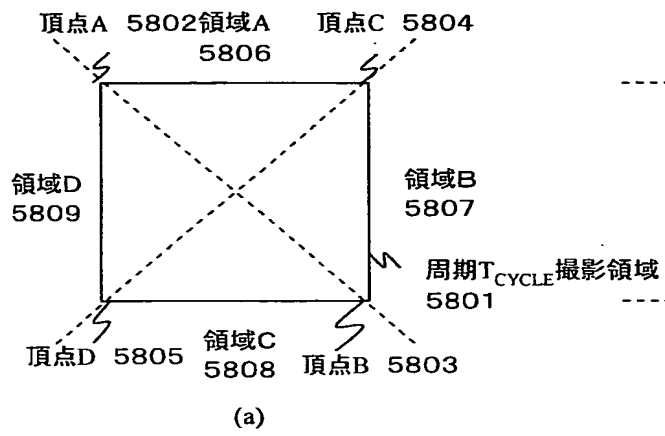
[図21]



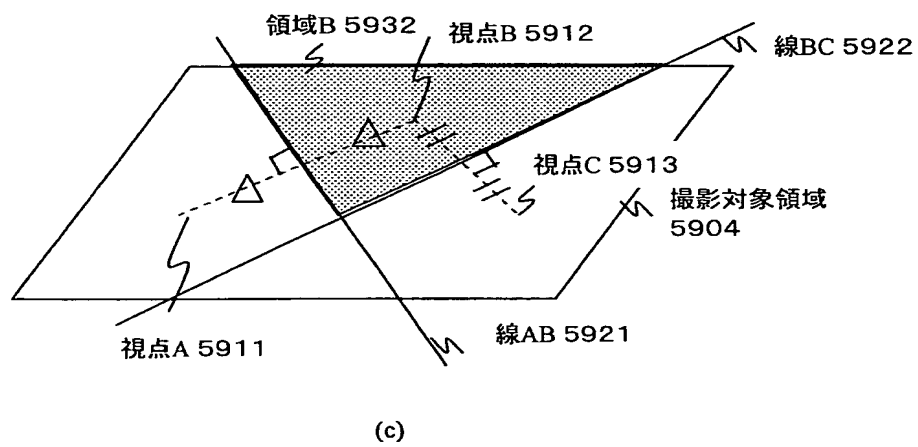
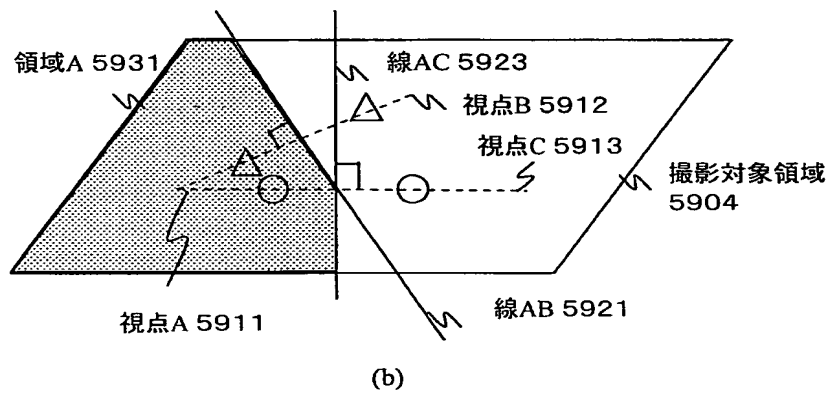
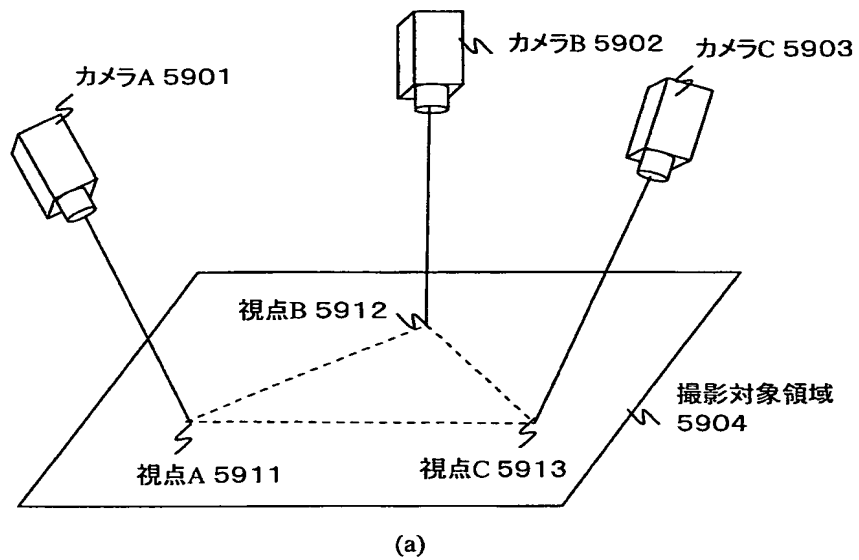
[図22]



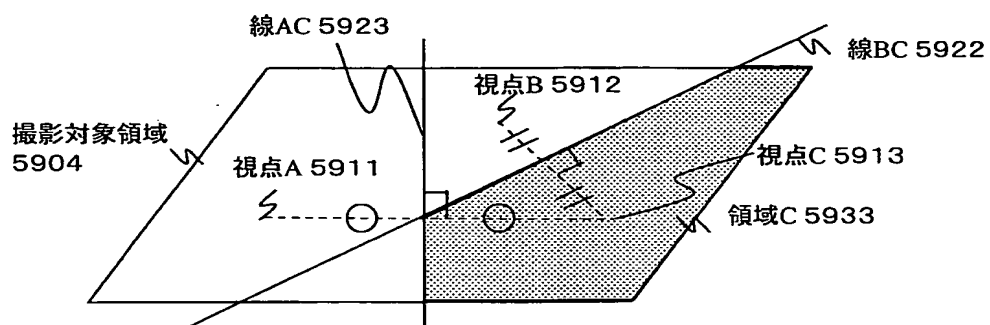
[図23]



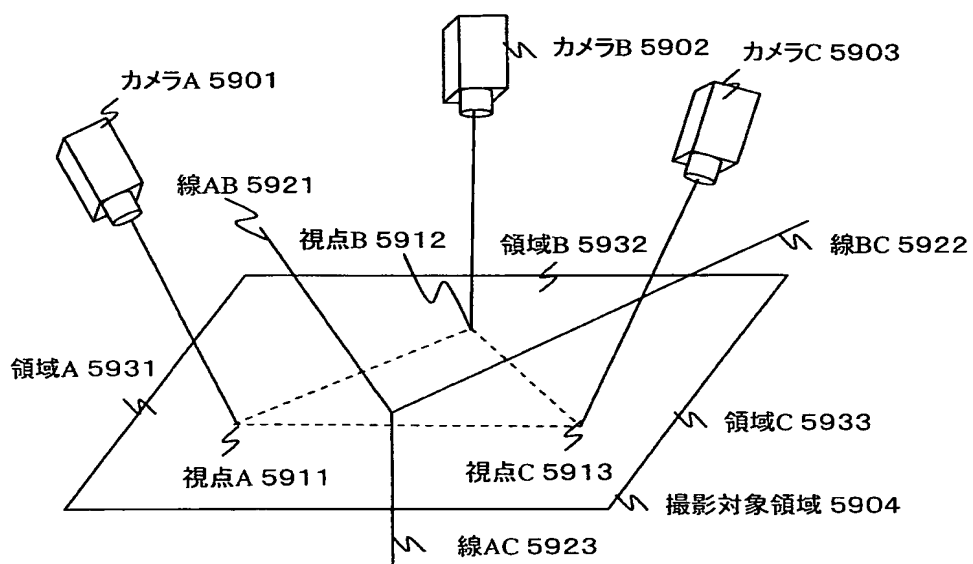
[図24]



[図25]

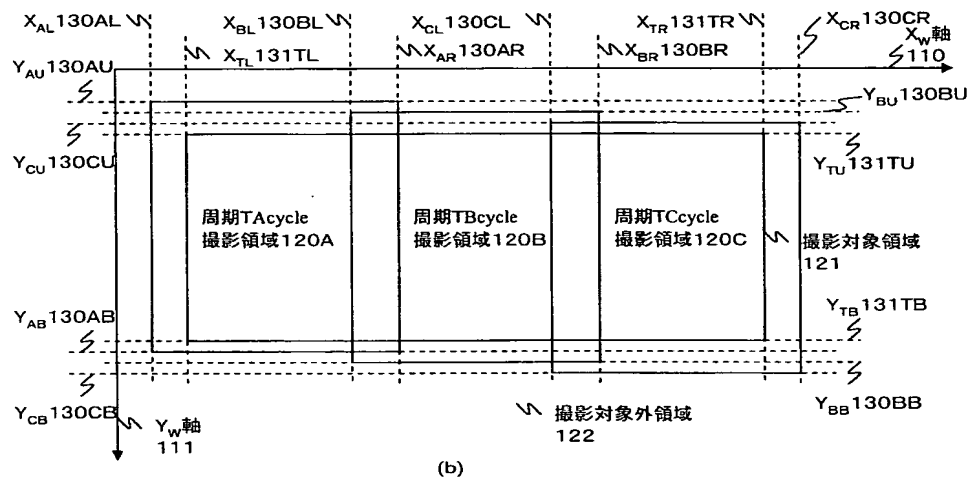
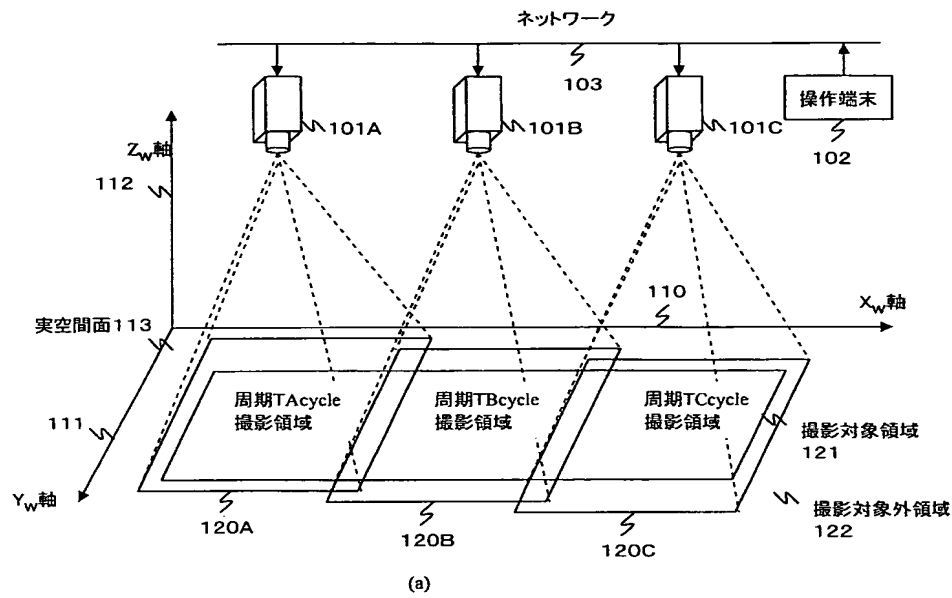


(a)

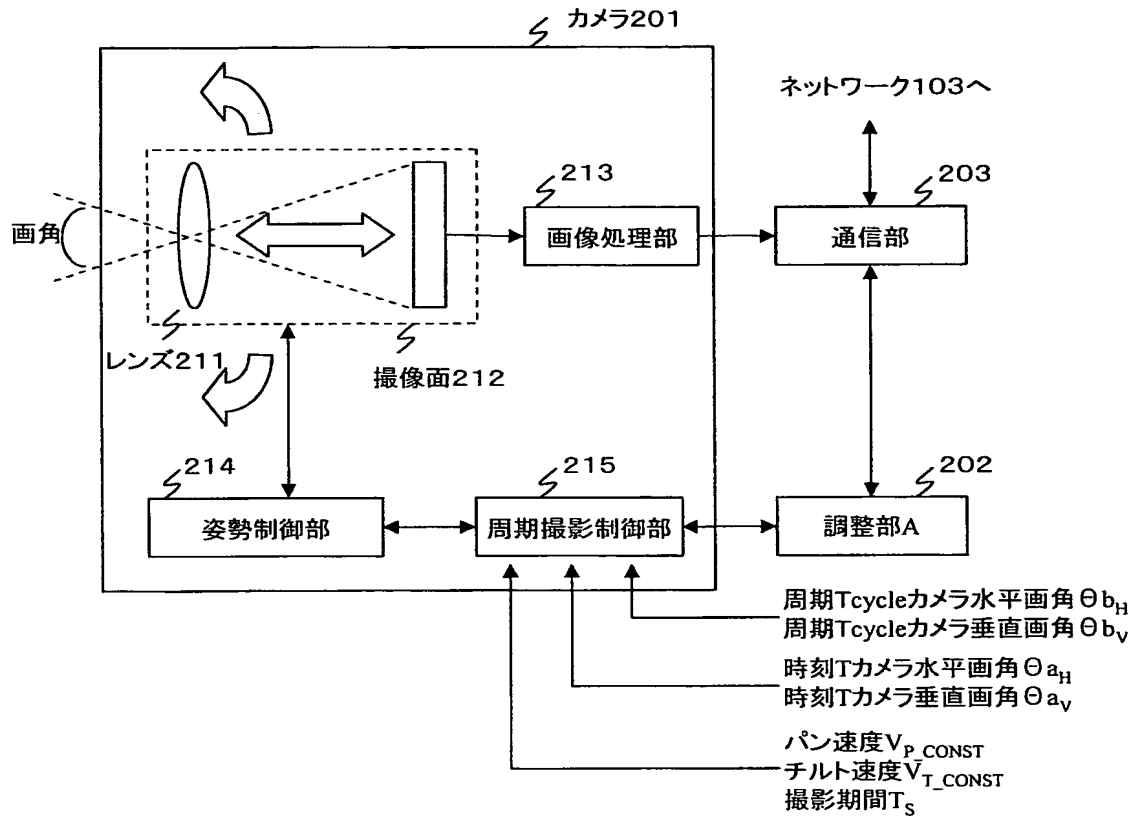


(b)

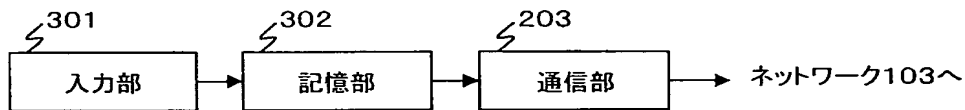
[図26]



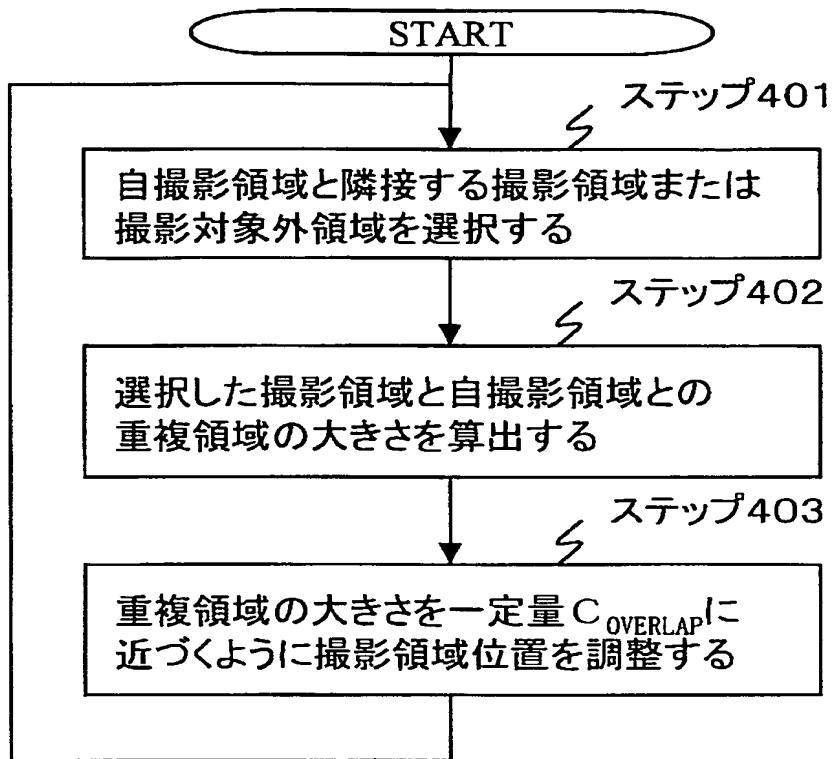
[図27]



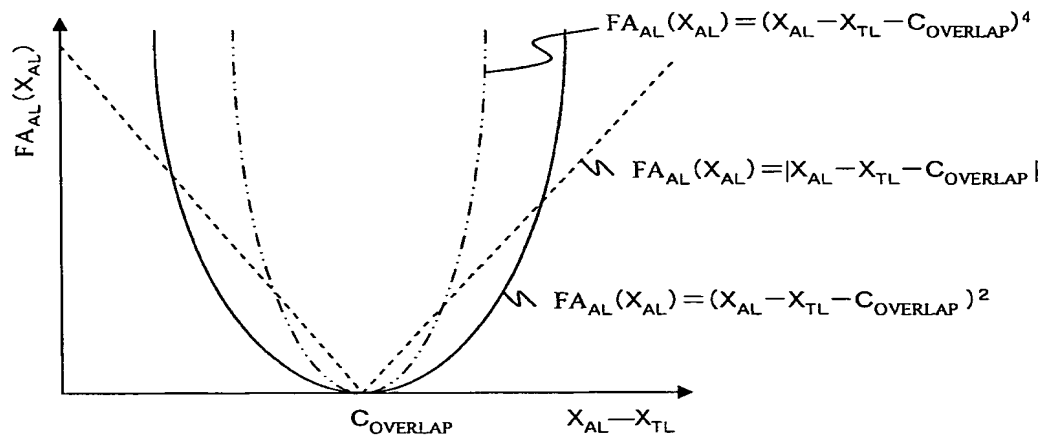
[図28]



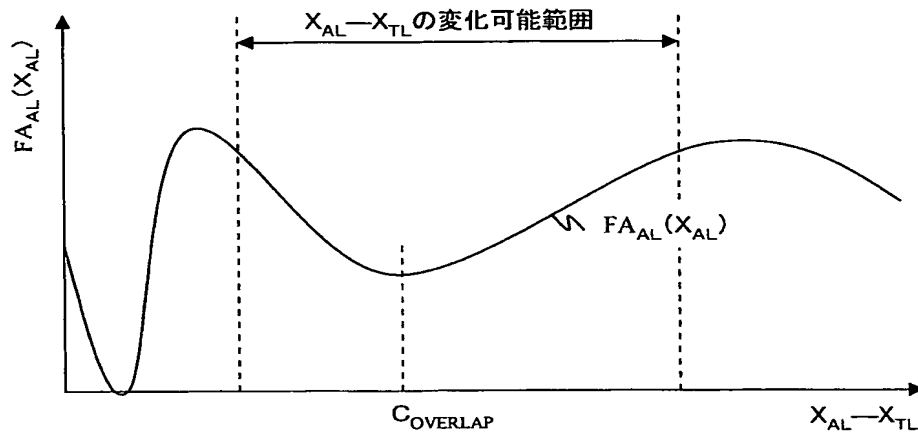
[図29]



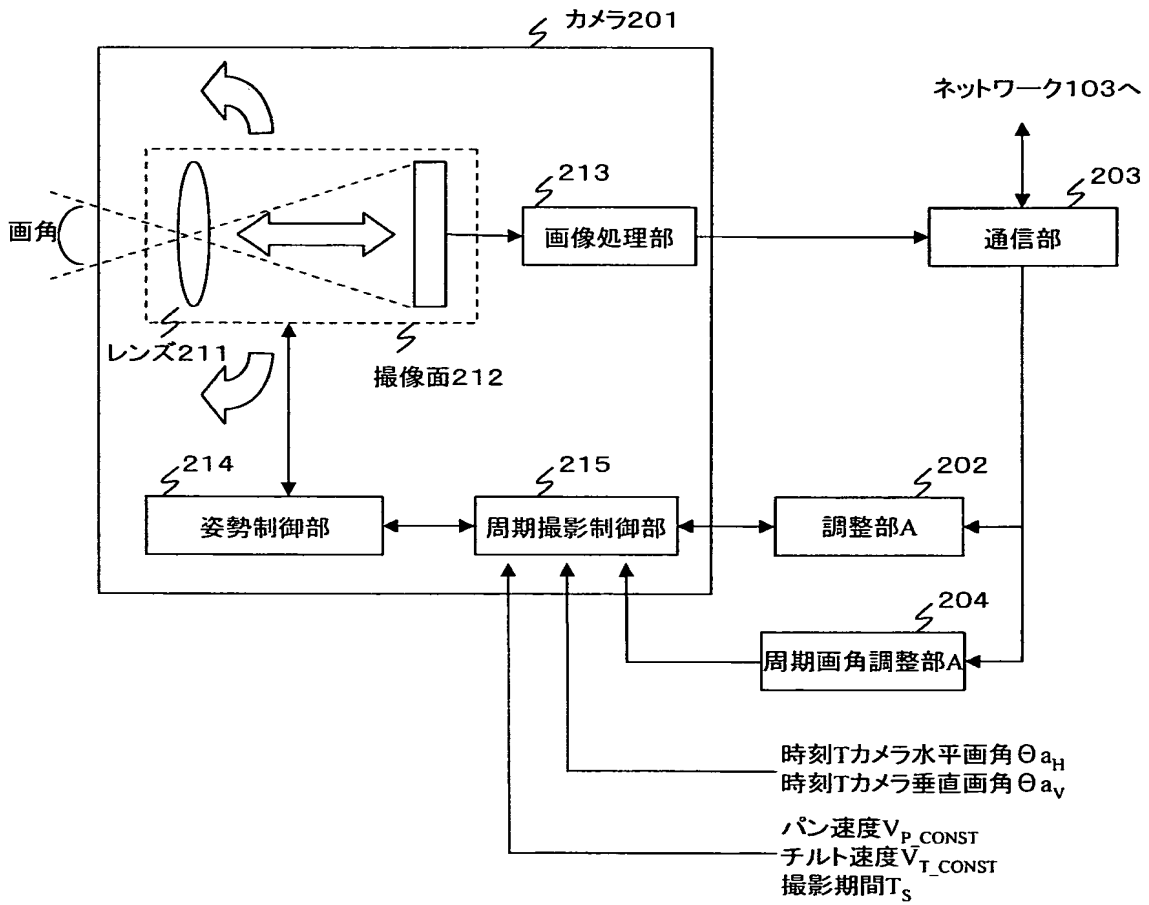
[図30]



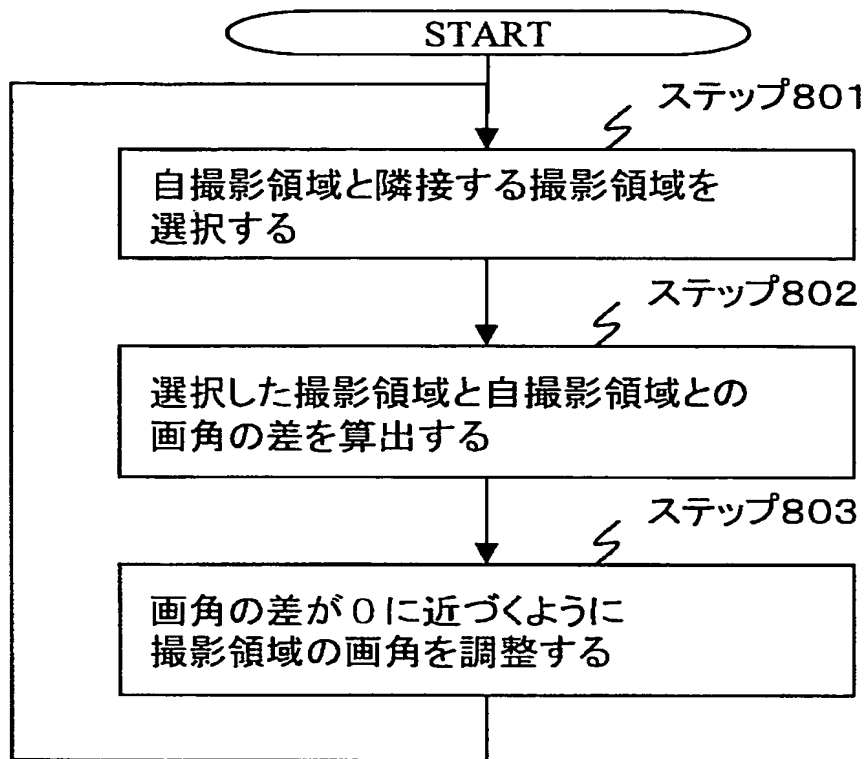
[図31]



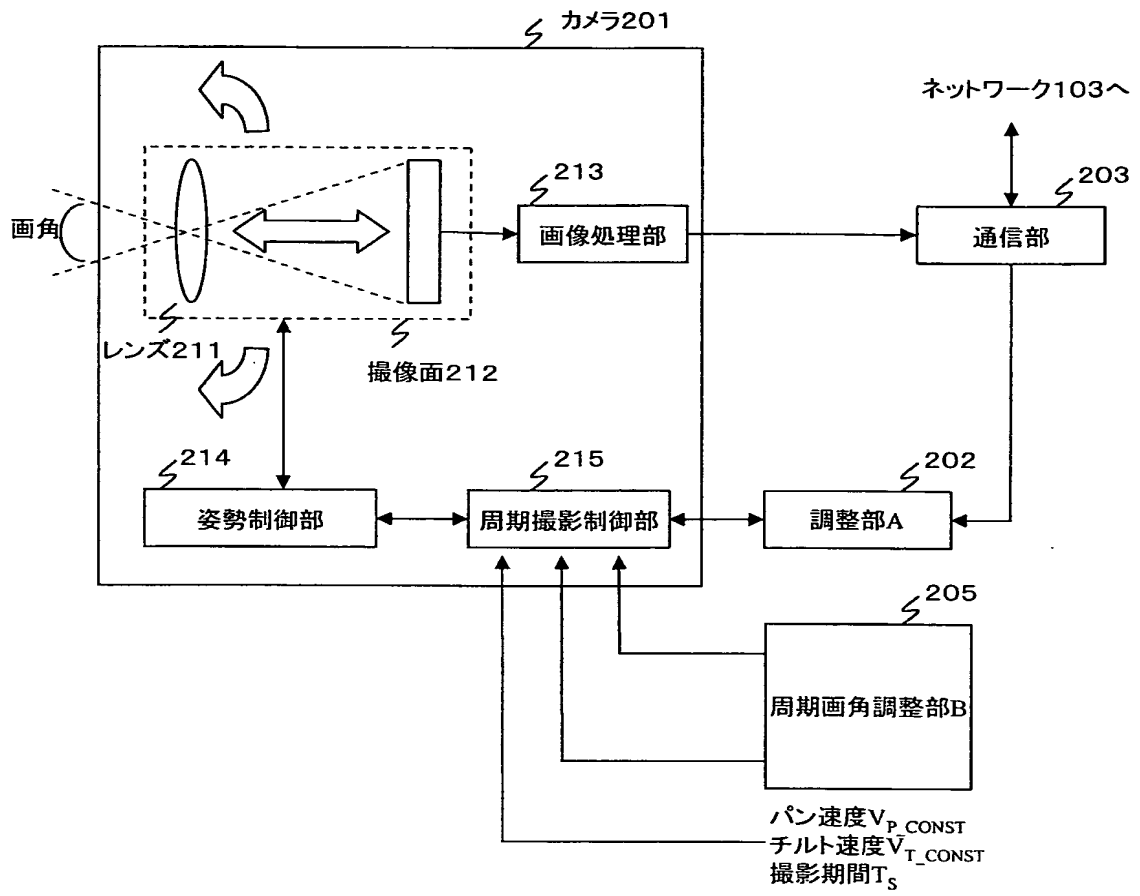
[図32]



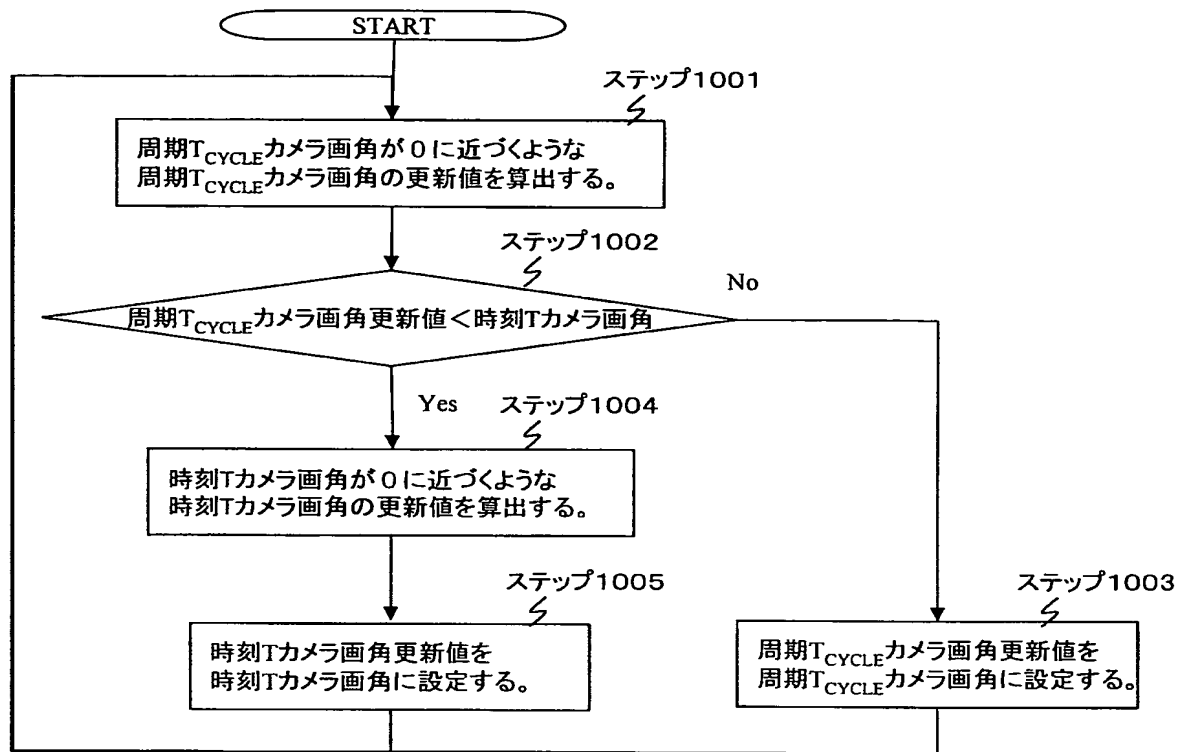
[図33]



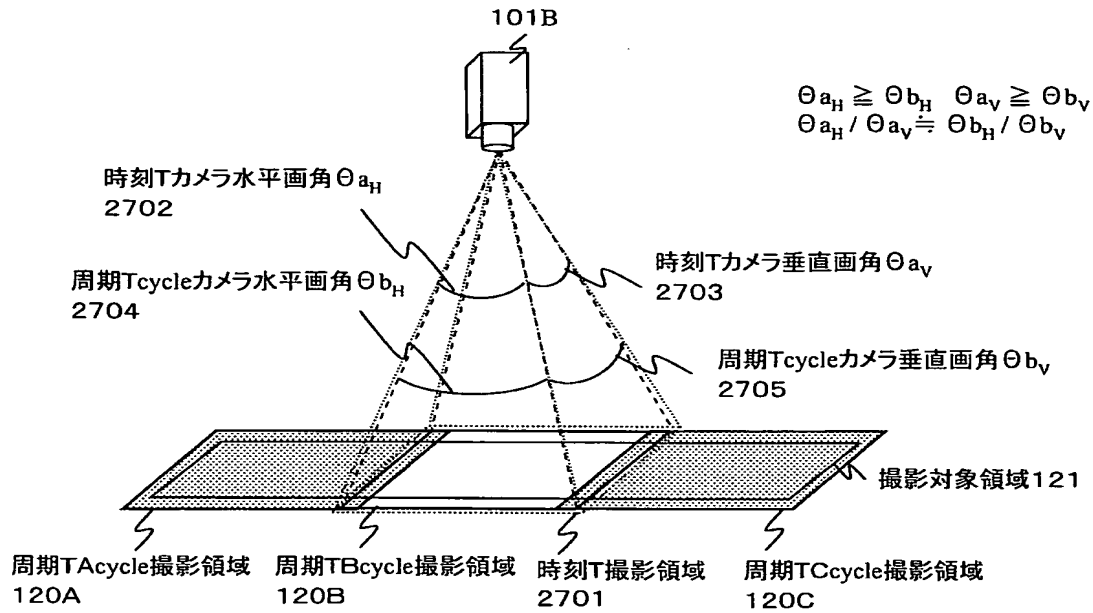
[図34]



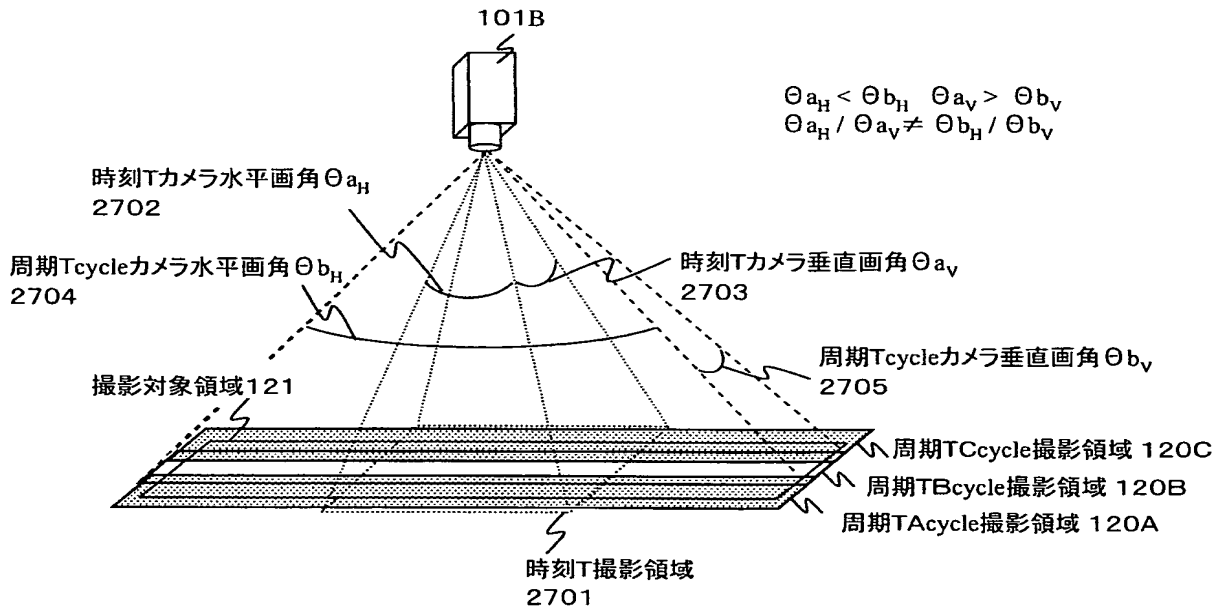
[図35]



[図36]

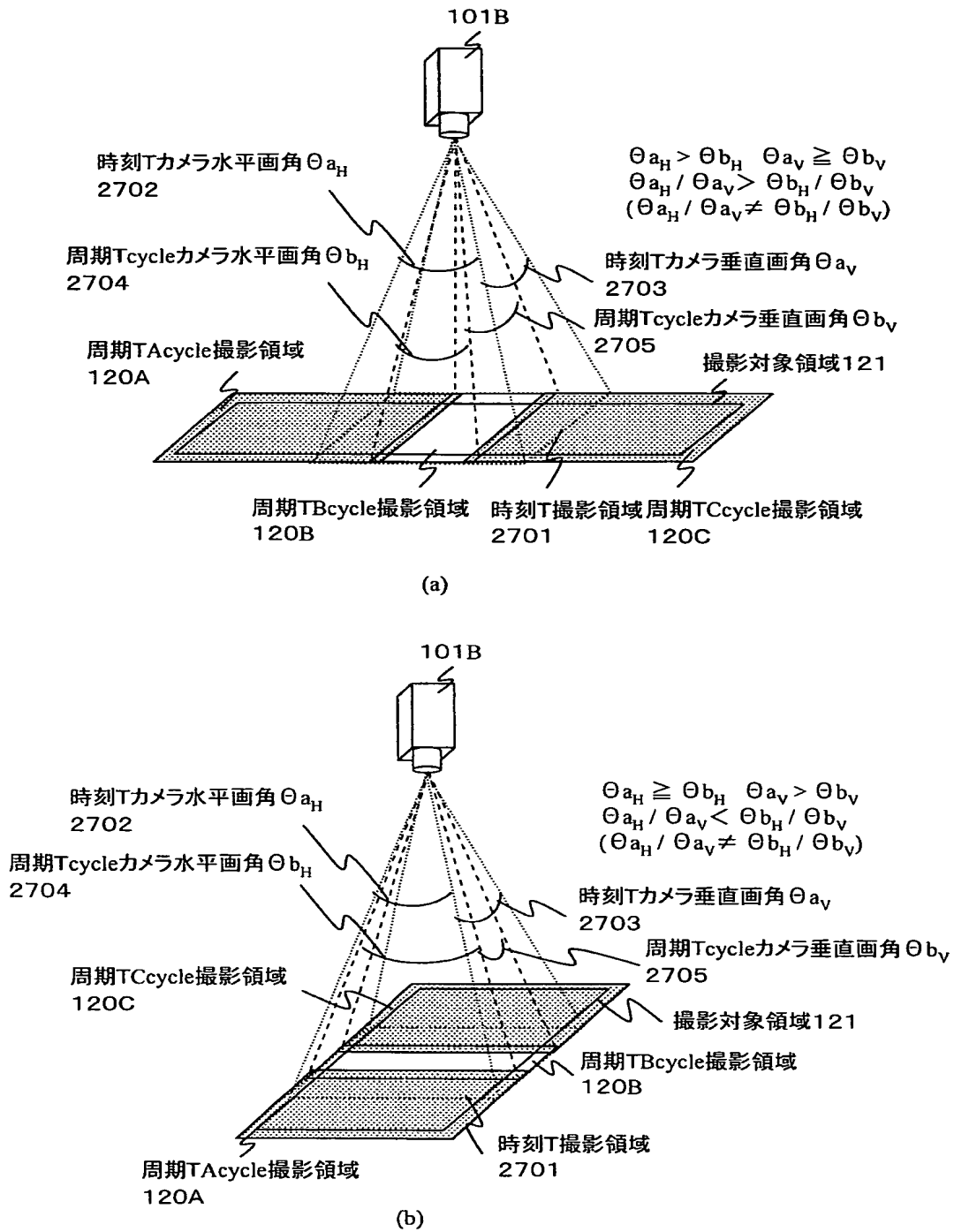


(a)

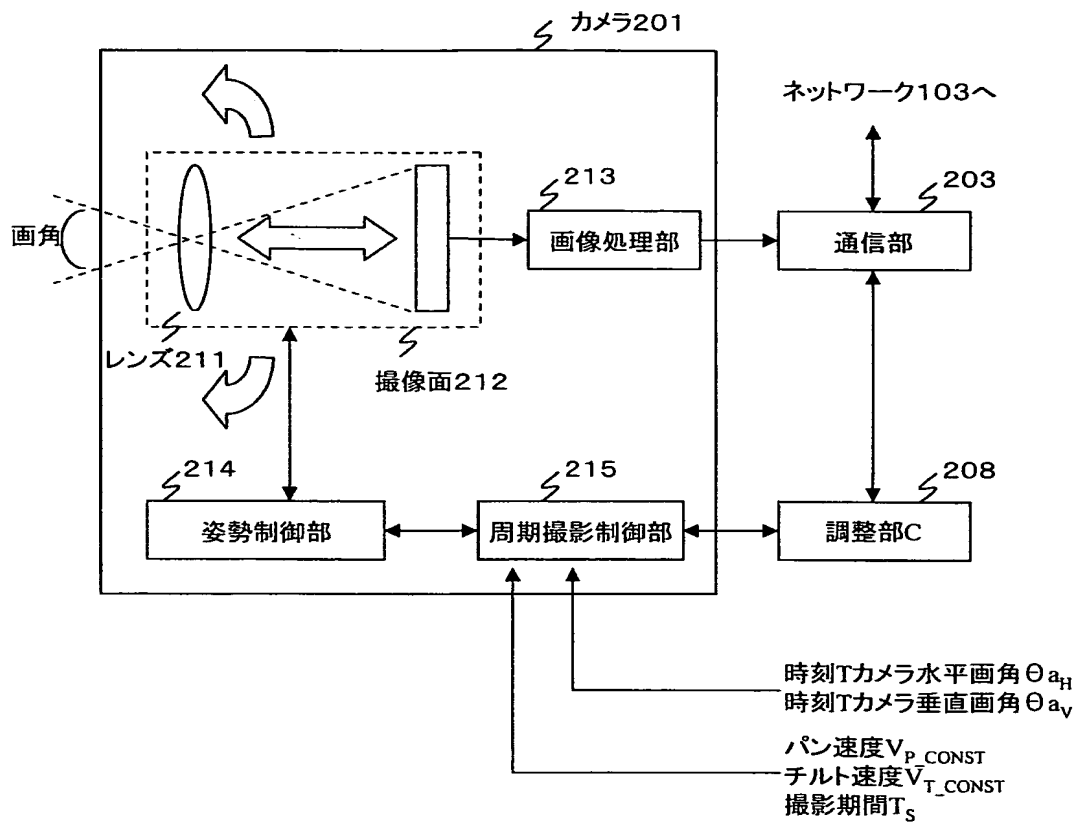


(b)

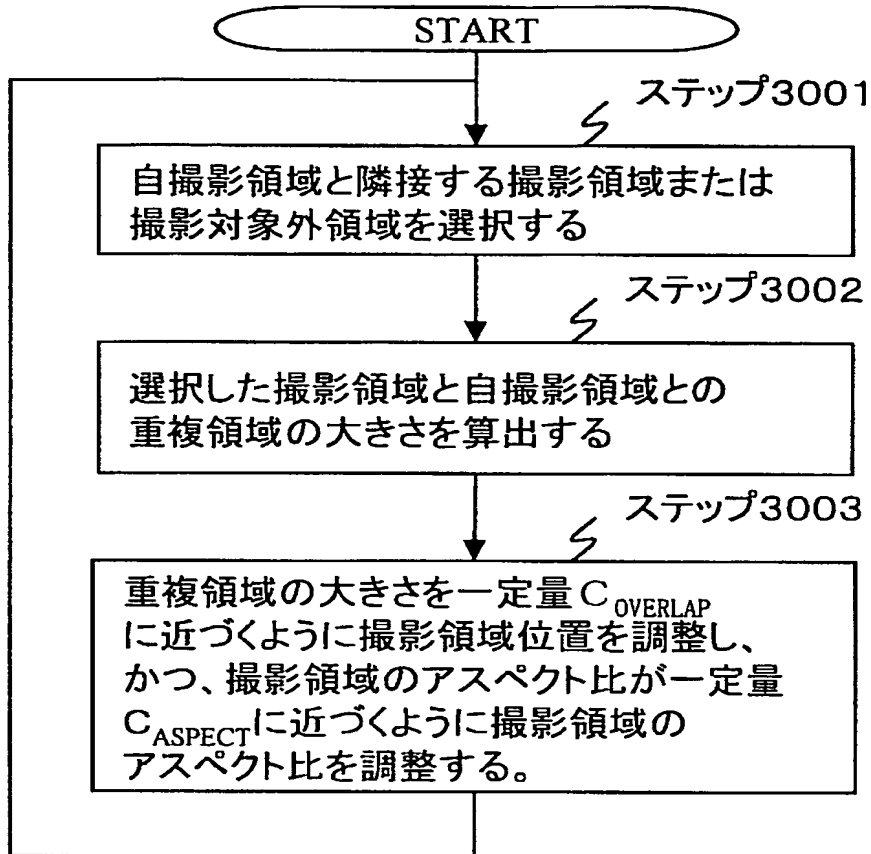
[図37]



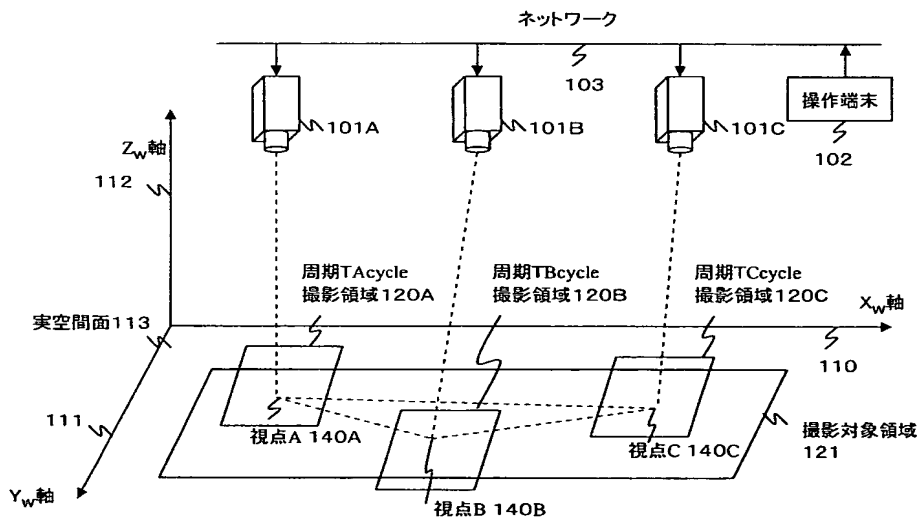
[図38]



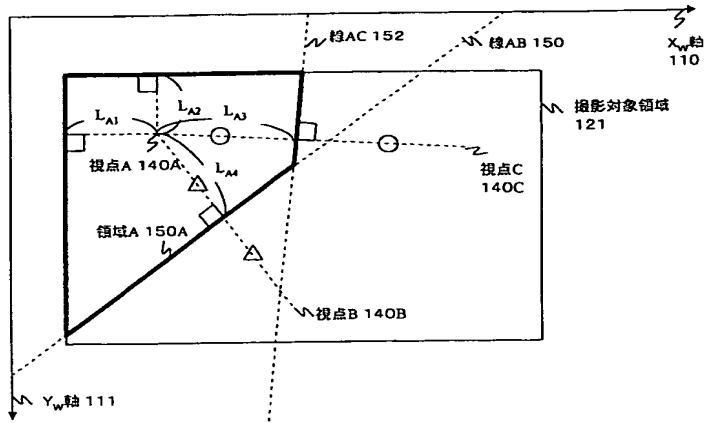
[図39]



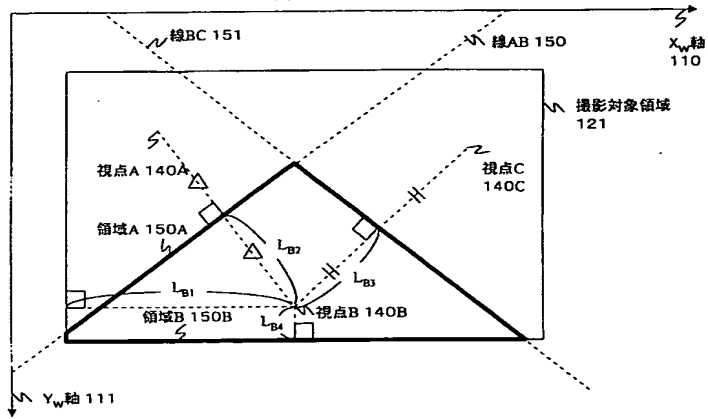
[図40]



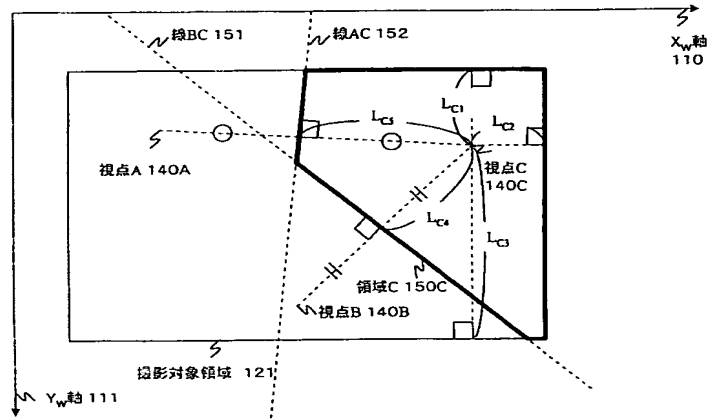
[图41]



(a)

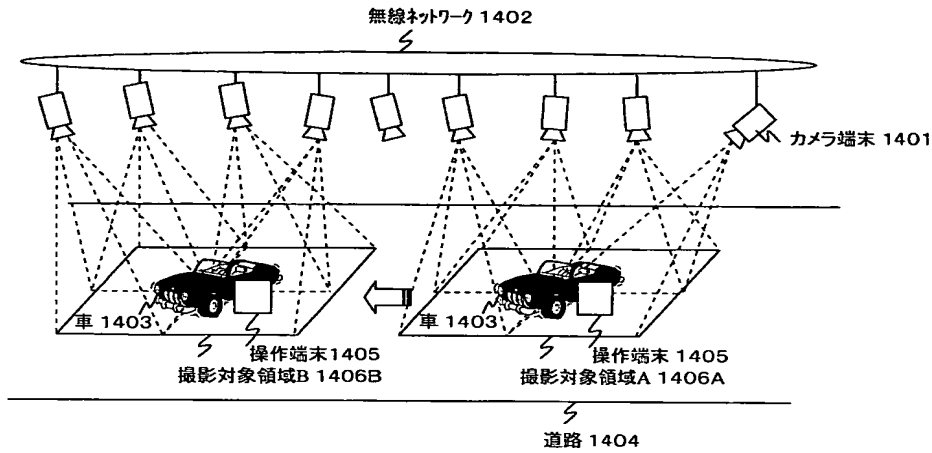


(b)

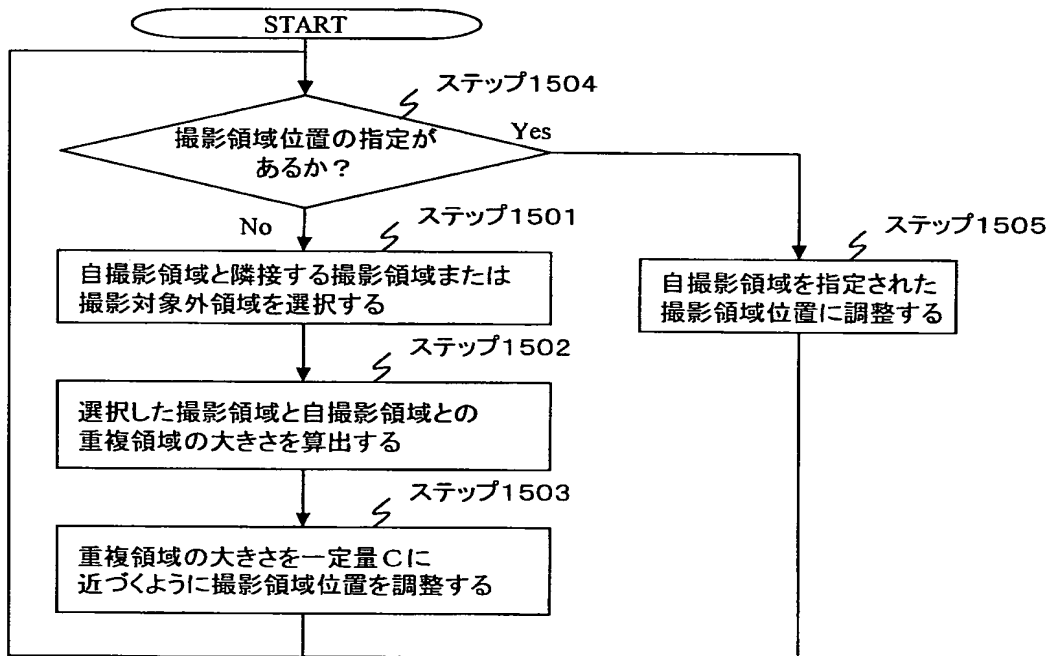


(c)

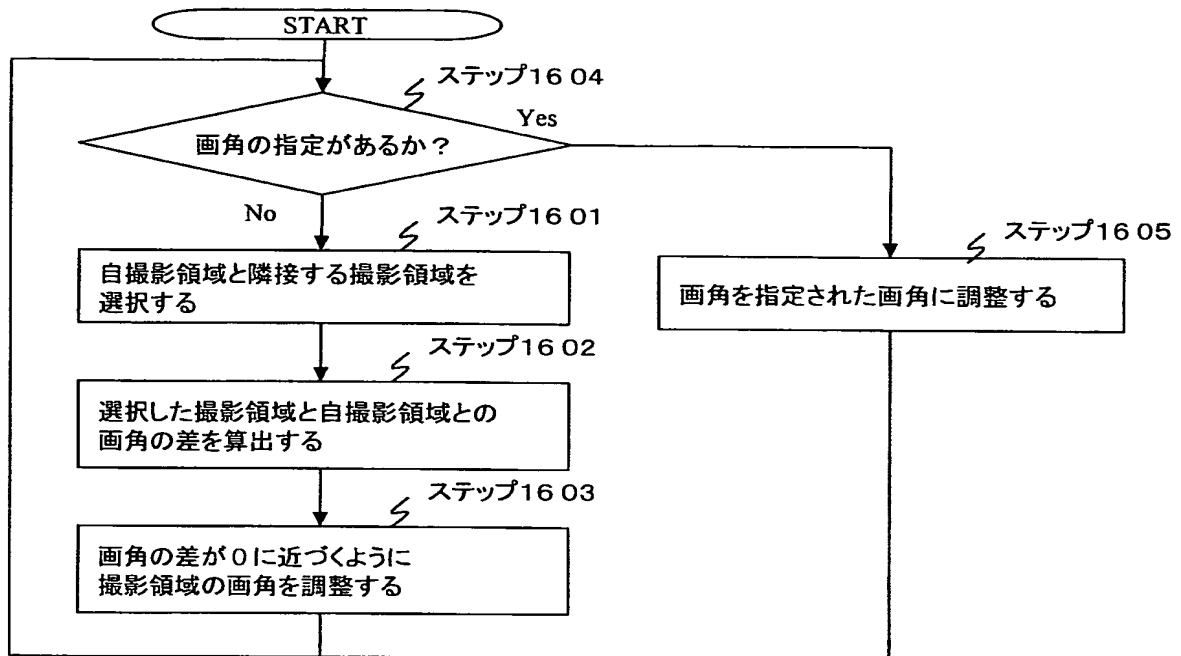
[図44]



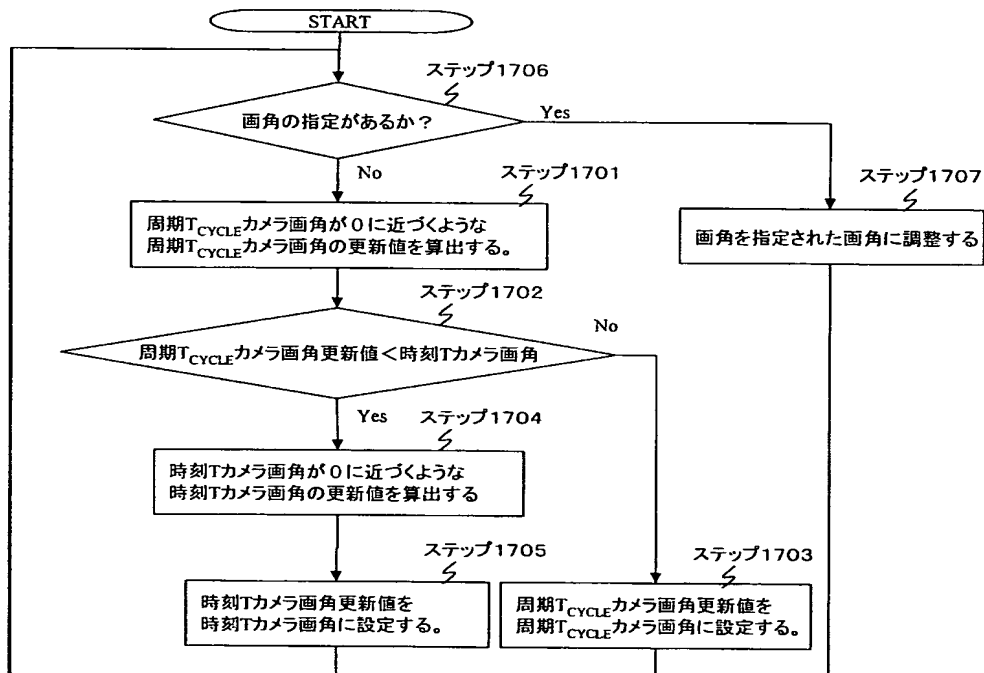
[図45]



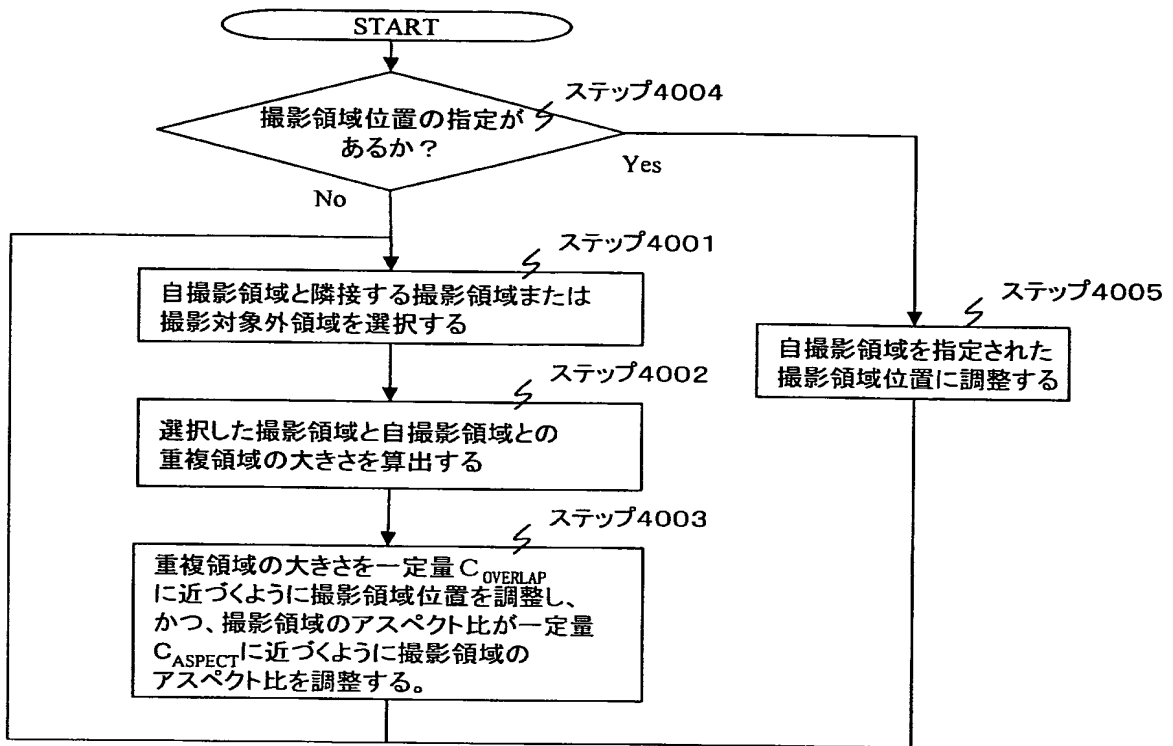
[図46]



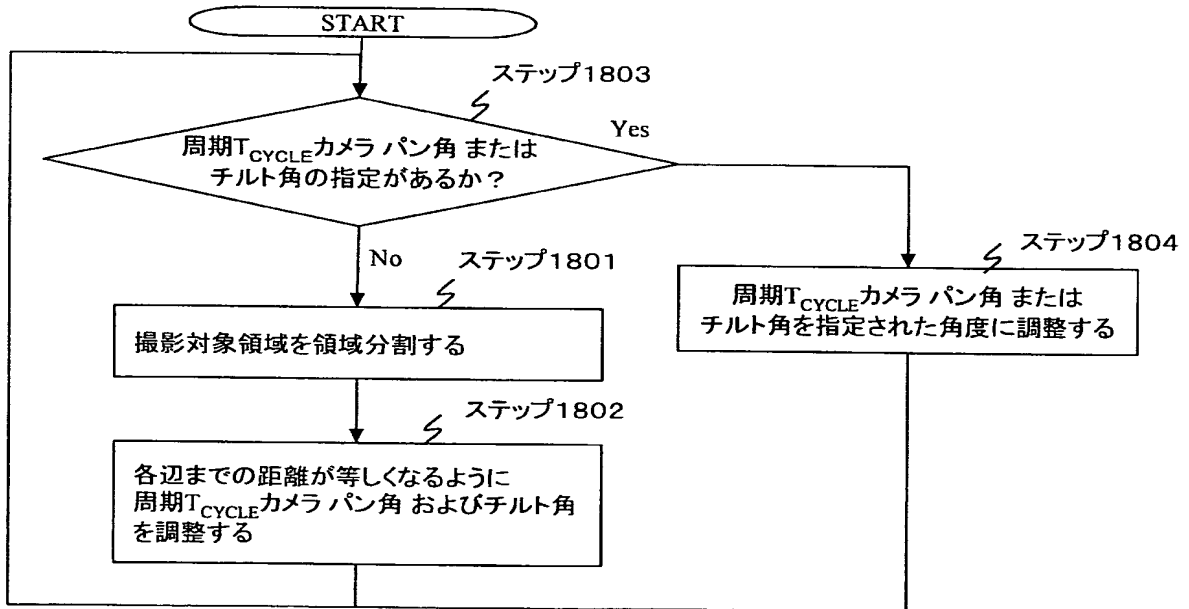
[図47]



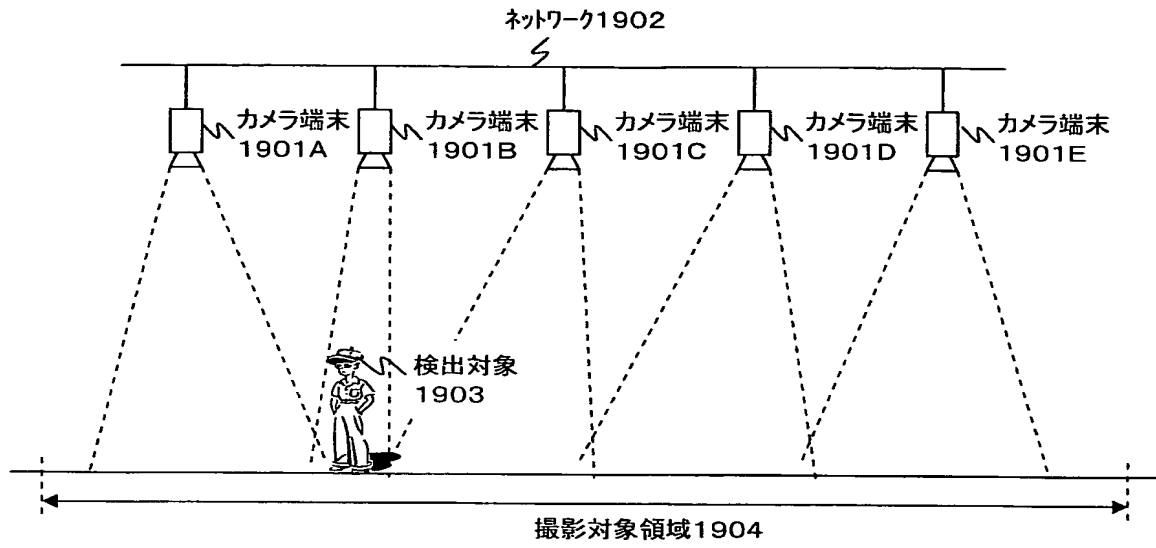
[図48]



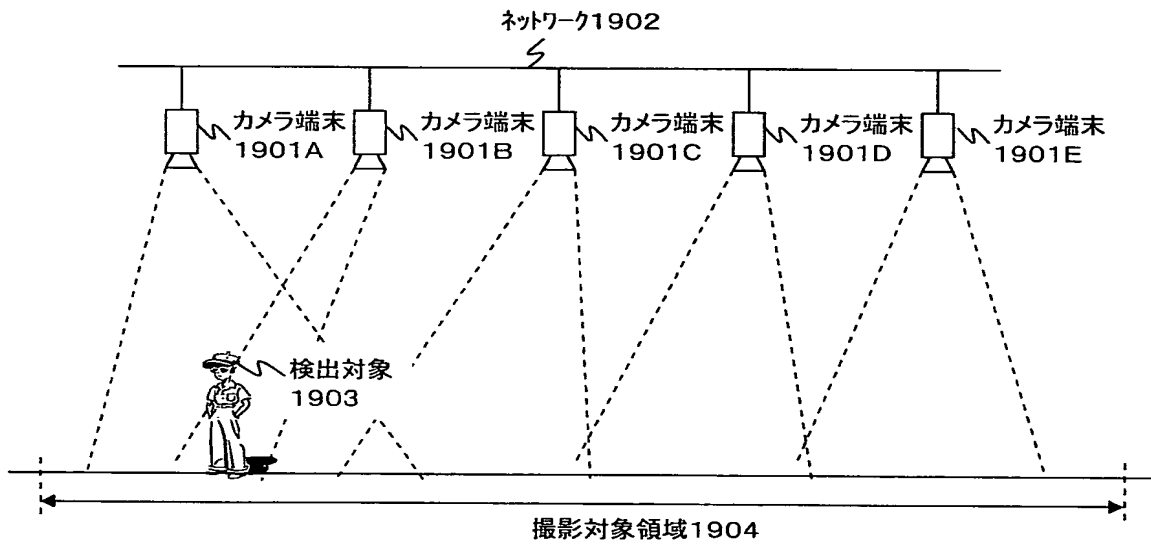
[図49]



[図50]

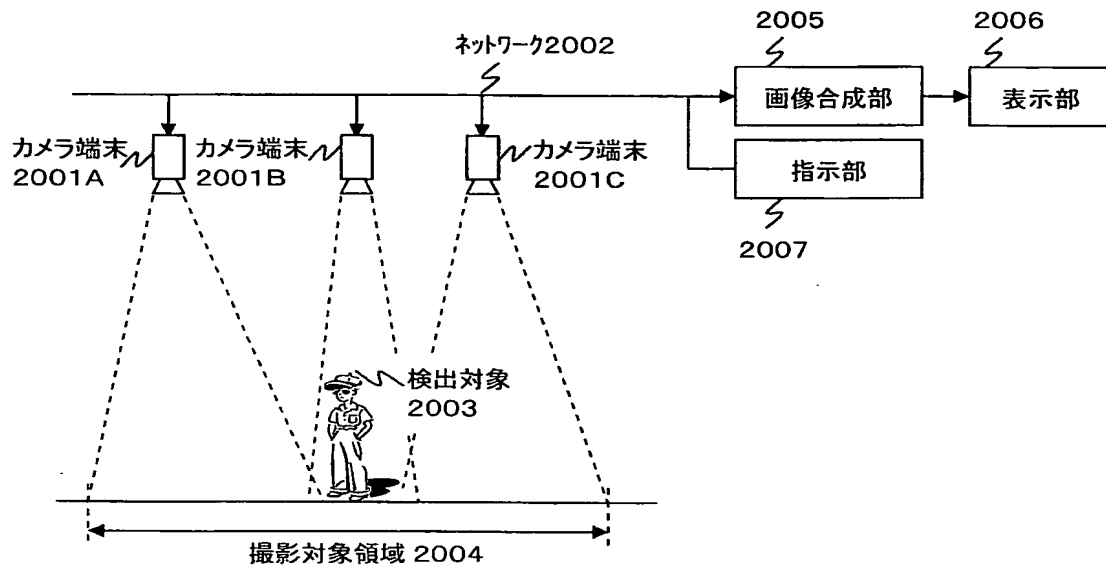


(a)

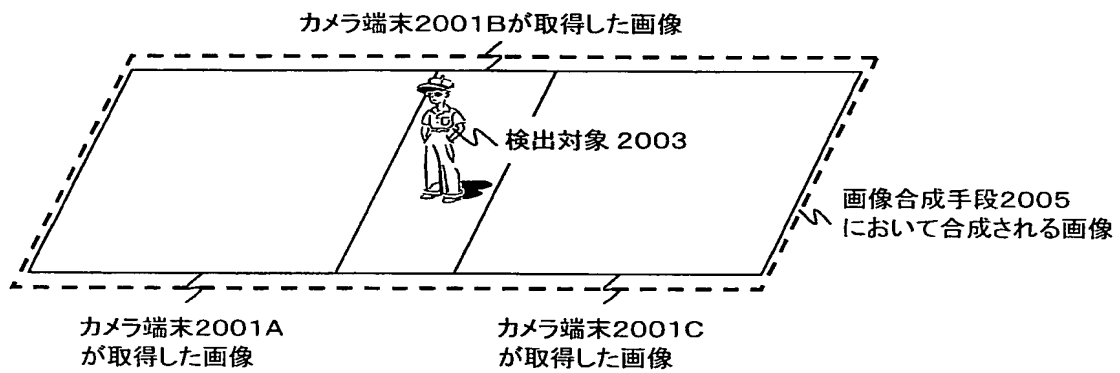


(b)

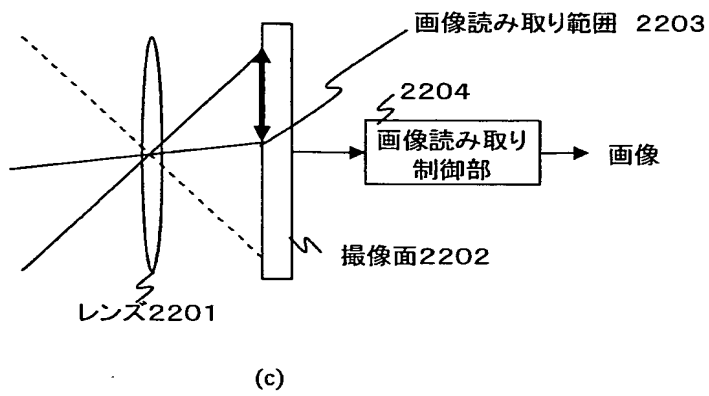
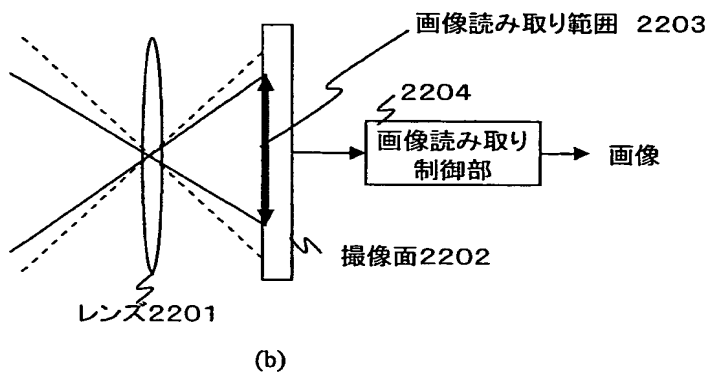
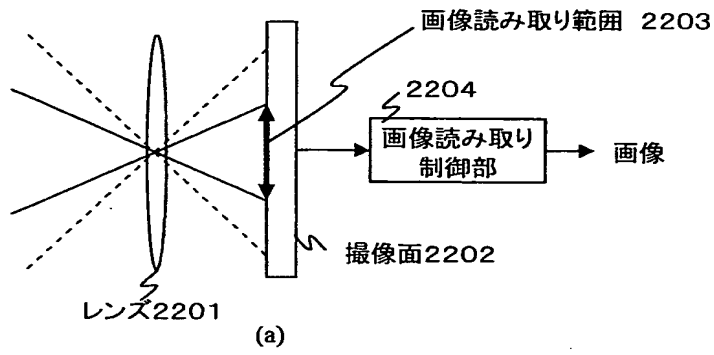
[図51]



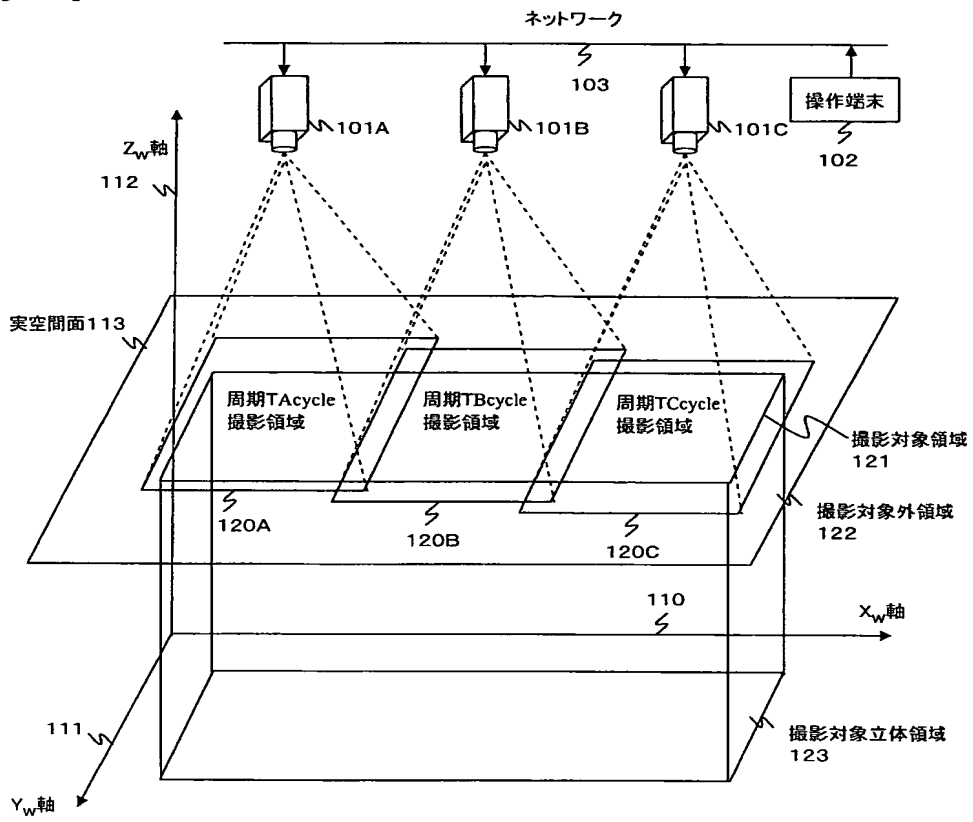
[図52]



[図53]

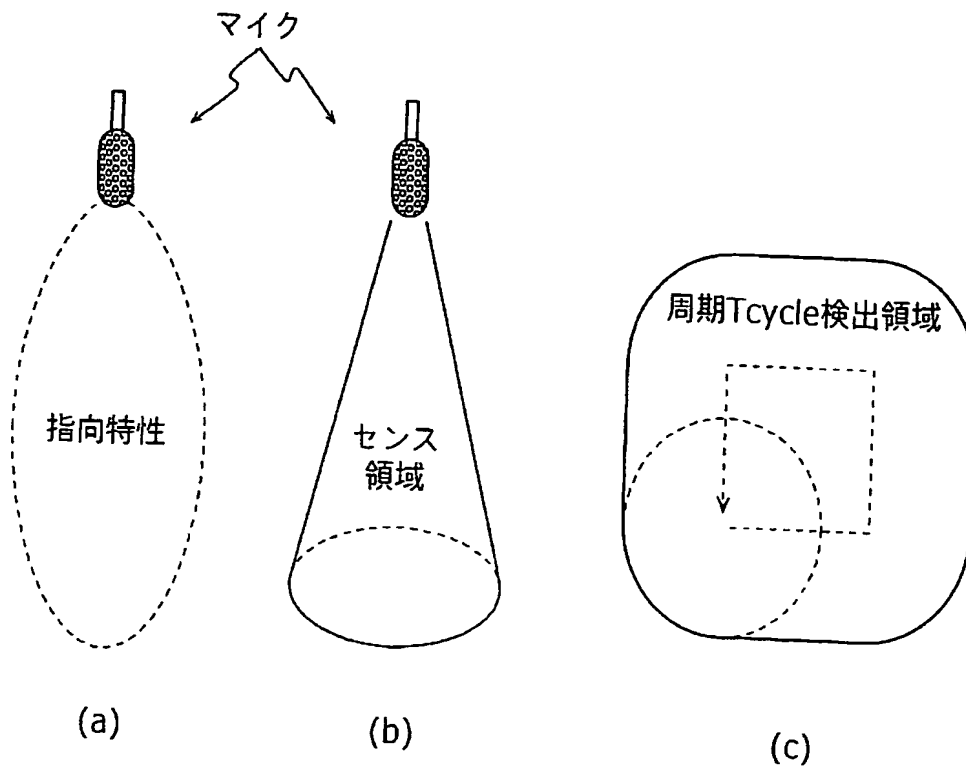


[図54]

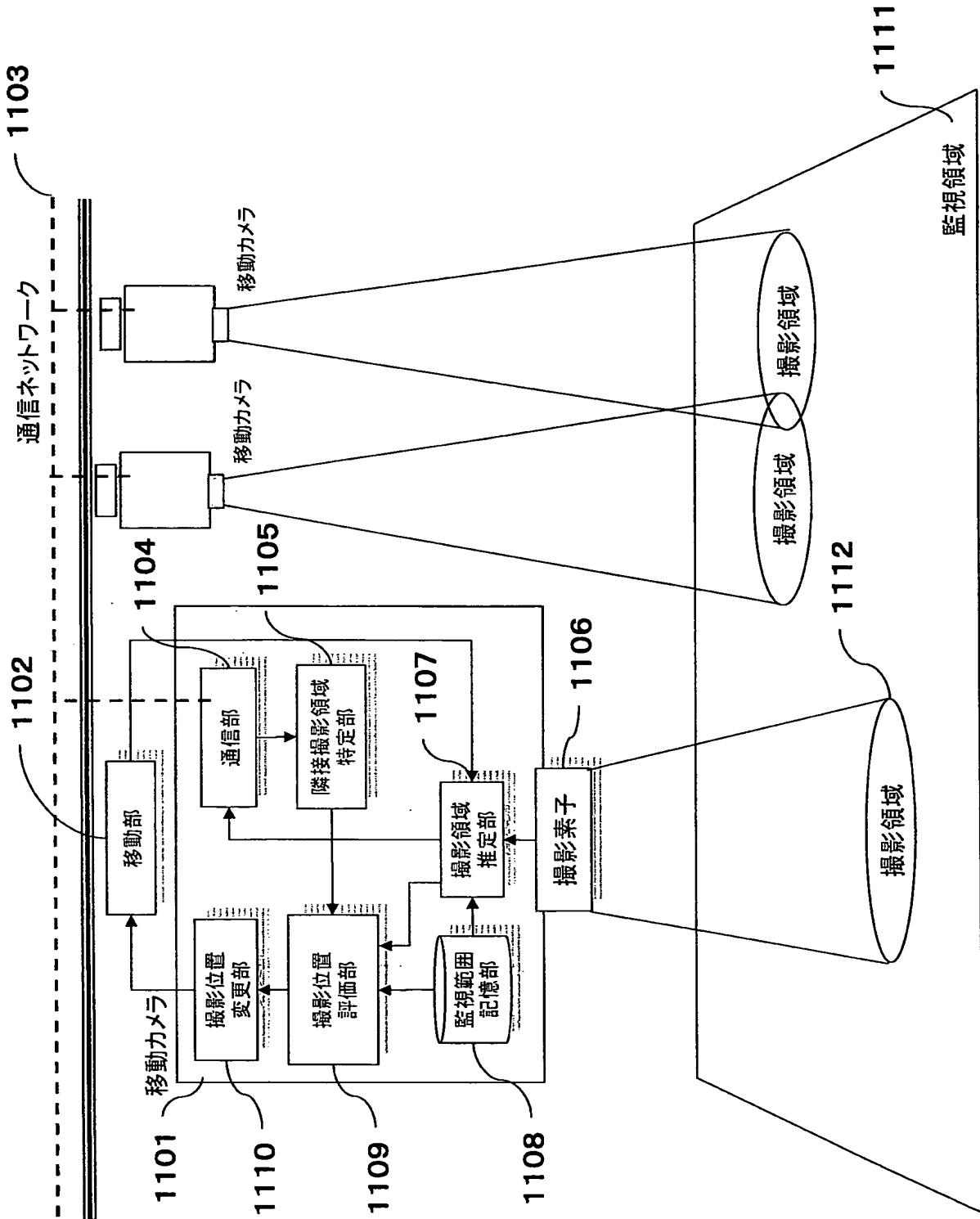


(a)

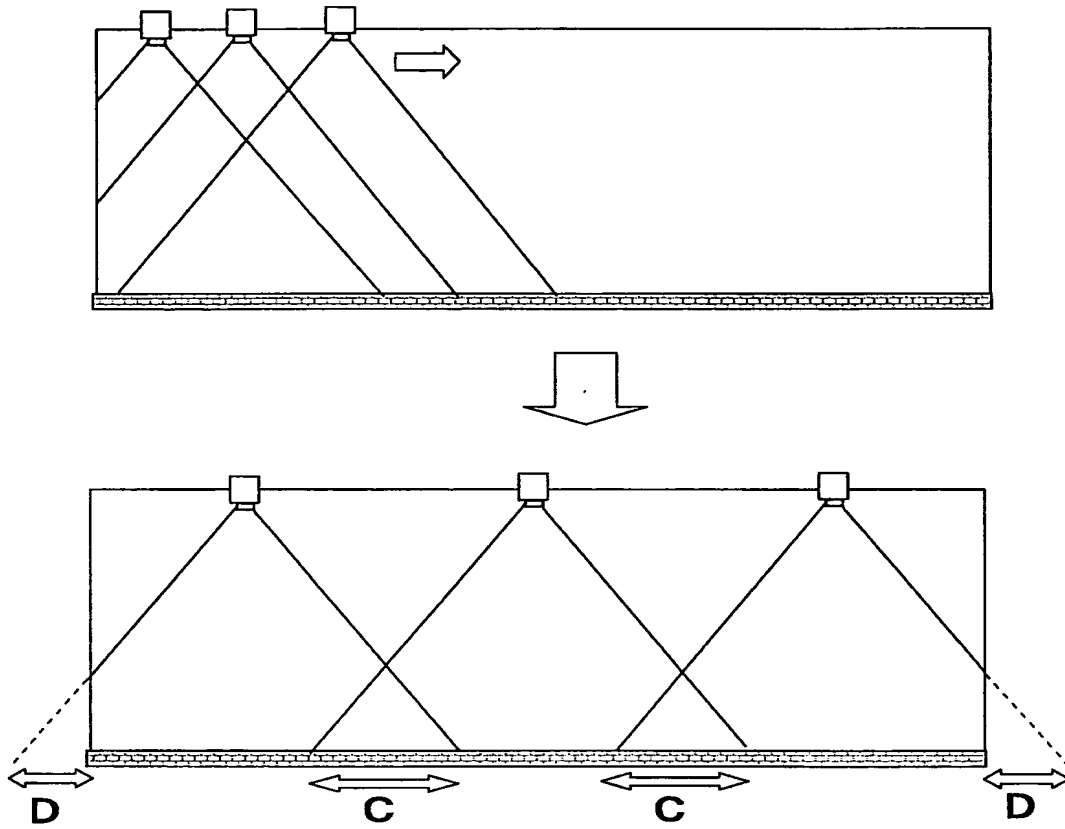
[図55]



[図56]



[図57]



[図58]

